ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық түйіндер

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

проф. э.ғ.к. Байжанов А.С.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «_____» _____ 20___ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Ауыл қаласында жоғарғы телекоммуникация желісін тоқалау

5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша

Орындаған Кайролла Талгат Аблайханович

(аты - жөні) (тобы)

Жетекші аға оқыт. Жиенбаева Аманжан Тынчекановна

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

КЭН, профессор Бадылов Қаныш Бадылович

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «24» 05 2016 ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

доцент, т.ғ.к. Абишева Асель Амангельдыевна

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «24» 05 2016 ж.

(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

аға оқытушы Шугайып У

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «24» 05 2016 ж.

(қолы)

аға. оқыт Жиенбаева Аманжан Тынчекановна

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «24» 05 2016 ж.

(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

аға оқытушы Телпукалова Э.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «30» 05 2016 ж.

(қолы)

Пікір жазушы :

PhD, аға оқыт. Тайсарыева К.Н.

(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 телекоммуникация мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жайрола Талгат Аблайханович
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Ауыл қаласында көпарналы телекоммуникация желісін жобалау

ректордың «19» 10.2015 № 149 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» 05 2016 ж.

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

жобаланушы аймақ - Ауыл қаласы
қалқаның саны - 70 мың адам
желінің түрі - DL
қабылдаудың орнатылған жиілігі f, МГц 890
қабылдағыштың шығысындағы сигнал/шу қатынасы (S/N) шығ, дБ - 18
Кабельдегі өшу, (d·l)m, дБ 1.

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

Дипломдық жобада Ауыл қаласында көпарналы телекоммуникация желісін жобалау қарастырылған. Дипломдық жұмыстың негізі Ауыл қаласында көпарналы телекоммуникация тиімді жобаудың әдісін таңдау және абоненттерге осы қызметтерді ұсыну үшін құрылғыларға қойылатын талаптардың есебі болып табылады.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1.1 LTE желісінің жалпылама құрылымы
1.2 Радиохабарлау желісінің функционалдық түйіндерінің қосылуы
1.5 S1 хаттамасының пайдаланушылық жабдықтауда (а) және басқарушы жазықтықта (б) қолдануы
1.9 Радиалық, транспорттық және логикалық арналардың кестелік бағытындағы нөмірлеуі
1.13 Әртүрлі PDP-мәліметтерін тізімдестіру нұсқалары
2.1 Қалықты қалыстырмалы тұқымдасының мәліметі ішкі жүйелі недергілер қорының мәнісе тәуелділігі.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Бакенин Р.Р. Теория электрической связи: учебное пособие для студ. высших учебных заведений
2. Макаров С.Б. Телекоммуникационные технологии: введение в технологию GSM
3. Волков А.Н. UMTS. Стандарт сотовой связи третьего поколения
4. Попов Е.А. Технология GPRS пакетной передачи данных в сетях GSM: учеб. пособие
5. Солонина А.И. Основы цифровой обработки сигналов

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов Ш	27.04 - 24.05.16	
ӨТВ	Абекенова	30.04 - 21.05.16	
Есептеу техн. бөлім	Шұғайыпов Ж	24.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
	LTE желілерінің құрылу қағидалары және функционалдығын талдау	19.10.2015-25.12.2015	
	LTE желілеріндегі қауіпсіздік	26.12.2015-30.01.2016	
	LTE желісіндегі мультимедиа сервистерінің ұсынылу түрлері	30.01.2016-12.03.2016	
	Анықтау бейнелерді тарату үшін пайдалану	13.03.2016-25.04.2016	
	Пайдалану тиімділігі және мультимедиалық хабар тарату әдісі	25.04.2016-02.05.2016	
	WiC DMA параметрлерін есептеу	02.05.2016-23.05.2016	
	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	26.02.2016-04.05.2016	
	Бизнес жоспар	30.03.2016-24.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «19» 10 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (қолы) проф. э.ғ.к. Байжанов А.С (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ (қолы) аға оқытушы Жиембаева А.Т. (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ (қолы) Хайролла Т.А. (аты -жөні)

Аннотация

Целью данной дипломной работы является проектирование многоканальной телекоммуникационной сети в городе Аксу. Построение сети станадрта LTE внутри города.

В проекте проведены расчеты необходимой мощности принимаемого сигнала, оценка емкости сети LTE, параметры WSDMA. В разделе безопасности жизнедеятельности рассматривается влияние электромагнитного поля на человеческую жизнь.

Annotation

The aim of this thesis is the design of multi-channel telecommunication network in the city of Aksu. LTE network construction stanadrta inside the city.

The project calculated the necessary power of the received signal, the evaluation LTE network capacity parameters WSDMA. The life safety section examines the impact of electromagnetic fields on human life.

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобаның мақсаты Ақсу қаласында көпарналы телекоммуникация желісін жобалау. Қала ішінде LTE стандарты бойынша желі құру.

Жобада, қабылданатын сигналдың қажет ететін қуаты, LTE желісінің сыйымдылық бағасы, WCDMA параметрлер есепке алынған. Өміртіршілігі бөлімінде электромагниттік өрістердің адам өміріне әсері қарастырылған.

Кіріспе	
1 LTE желілерінің құрылу әдістерін және функционалдылығын талдау	8
1.1 LTE желісінің құрылымы	8
1.2 Хаттамалардың айдалуы, әр түрлі деңгейлерде жүзеге асырылған қызметтер мен арналар	13
1.3 Пайдаланушылық терминалдардың мобилділігін басқару	22
1.4 LTE желілеріндегі қызметтер	26
2 WCDMA параметрлерін есептеу	29
2.1 UMTS қабылдағышының сезгіштігін есептеу	29
2.2 WCDMA желісінің рұқсат етілген максималды шығындарының есебі	32
2.3 Жоғарылатқыш желінің есебі (UL) WCDMA	35
2.4 Төмендеткіш радио желісінің есебі (DL) WCDMA	38
2.5 LTE радио желісінің жобалануы және есебі. LTE желісі үшін энергетикалық бюджеттің есебі	40
2.6 LTE желісінің сыйымдылық бағасы	41
3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі	46
3.1 Қызмет көрсетуші қызметкердің еңбек шартының талдауы	46
3.2 Электромагниттік қауіпсіздікті қамтуды есептеу	48
3.3 Антеннаның жерлендіруін есептеу	52
4 Бизнес-жоспар	57
4.1Төртінші буын желінің техникалық және экономикалық негіздемесі	57
4.2 Өнімнің талдауы	57
4.3 Өтім нарығын бағалау	58
4.4 Маркетинг	59
4.5 Даму сатылары	59
4.6 Қаржы жоспары	60
4.7 Толық шығындардың есебі	60
4.8 Эксплуатациялық шығындар	62
4.9 Еңбек ресурстарына кеткен шығындар	62
4.10 Жабдықтауға кететін шығын	63
4.11 Үстеме шығыстарды есептеу	64
4.12 Болжамды жылдық шығыс есебі	65
4.13 Халықаралық/қалааралық дыбыс қоңырау қызметінен табыс	66
4.14 Ғаламтоға кіру қызметінен	66
4.15 Әрбір жаңа абонентті желіге қосқаннан	67
4.16 Өтім мерзімін есептеу	68
Қорытынды	
Әдебиеттер тізімі	
А Қосымшасы	

Кіріспе

Қазіргі күні төртінші ұрпақтың ұялы байланысы бүкіл әлемде өте өзекті сұрақ болып табылады және де оның LTE (Long Term Evolution) ұялы технологиясының әрі қарай дамуы барлық адамзатқа өмірдей маңызды және қажетті болып отыр. Сонымен қатар, алдындағы ұрпақтардың телекоммуникациялық желілері үшін де өз әсерін тигізуде. Қазір, әлемнің көптеген елдерінде айтылынып жатқан төртінші ұрпақтың ұялы байланысын қолданады. Телекоммуникация облысында пайда болған біршама маңызды мәселелерді (сұрақтарды) шешу үшін дәл осы технология колданылады, яғни LTE. Бұдан шығатын қорытынды, бұл технологияның негізі жүзеге асырылған ұялы желі байланысын LTE – желілері деп атайды. Бұл желі барлық алдында өткен желілерден өзінің тездігімен және сапалы деректерді табысаумен, сонымен бірге телекоммуникация нарығында бірден алдыңғы қатарға шығаратын, жақсартылған дауыс байланысымен ерекшеленеді.

LTE (Long Term Evolution) – бұл төртінші ұрпақтың ұялы байланысы технологиясы (4G). LTE технологиясы – бұл үшінші ұрпақтың ұялы (3G) байланыс желісінің эволюциясының негізгі бағыты. Ұялы байланыстың өзекті болашақ стандарттарын өндіретін, Third Generation Partnership Project (3GPP) халықаралық бірлестігі LTE кең жолақты ұялы байланыс желісін UMTS стандартынан кейін тұратынын бекітті. Электр байланыстың халықаралық одағы төртінші ұрпақтың (4G) сымсыз кең жолақты байланыс стандарты ретінде екі технологияны: LTE-Advanced пен WirelessMAN-Advanced (WiMAX стандартына тіректенеді) таңдады. Критерийларға сәкес, қозғалыстағы деректерді табыстаудың шектік жылдамдығы 100 Мбит/с және стационарлық (тұрақты) қолдану кезінде 1 Гбит/с қамтамасыз ететін, белгілі сарапшылар, төртінші ұрпақтың сымсыз байлансы технологияларының стандарты болып санала алады.

1 LTE желілерінің құрылу әдістерін және функционалдылығын талдау

1.1 LTE желісінің құрылымы

Дипломдық жобаның бұл бөлімі LTE желілерінің құрылуының басты негіздерін зерттеу мен оларда әр текті абонеттік қызмет көрсетулерді ұйымдастыруға арналған, себебі LTE желілері екінші және үшінші ұрпақтардың әрі қарай дамуы, базалық желілік түйіндердің тағайындалуы (пайдаланушылық регистр, коммутатор, контроллер және т.б.) мен құрылысының бөлшектік қарастыруы болып табылады. Ақсу - Қазақстан Республикасындағы Павлодар облысында Павлодар қаласынан оңтүстікке қарай 50 шақырымда Ертістің сол жағалауындағы қала. Қала мен оның ауыл өңірінің аумағы солтүстігінде Ақтоғай ауданымен, оңтүстігінде Баянауыл, Май, Лебяжі аудандарымен, бастысында — Павлодармен, шығысында — Екібастұз қаласымен шектеседі. Халқының саны — шамамен 70 мың адам

LTE желілерінің құрылымын жобалаған кезде келесідей жалпы принциптер назарға алынған:

- пайдаланушылық деректерді табыстаудың транспорттық желілері мен қызметтік ақпарат логикалық түрде бөлінген;

- радиоқатынау желісі мен базалық дестесі толығымен транспорттық функциялардан босатылған. Бұл желілерде қолданылатын, дербестендіру сұлбалары транспорттық функцияларды жүзеге асыру кезінде қолданылатын дербестендіру сұлбаларымен байланыста болмауы қажет.

Радиоқатынау желінің кейбір функциялары немесе базалық дестенің желілері, кейбір транспорттық функциялары сияқты, дәл сол құрылғыларында жүзеге асырылғаны туралы дерек, транспорттық функциялар белгіленген желінің функциялары болып табылатыны жөнінде айтпайды:

- абоненттердің мобилділігін басқару және/немесе пайдаланушылық терминалдардың толығымен радиоқатынау желісіне жүктелуі;

- радиоқатынау желісінің интерфейстердің функционалдық бөлімі бірнеше мүмкін болатын опцияларға ие болуы қажет;

- берілген интерфейспен басқарылатын, интерфейстер блоктың логикалық моделінде тіректенуі қажет;

- желінің бір физикалық элементі өз ішінде бірнеше логикалық блоктарды іс-жүзінде сақтауы мүмкін.

LTE желісінің құрылымы, «тегіс» (“жапсарсыз”, seamless) мобильділігі деп аталатын дестелік трафикті қолдауды қамтамасыз ете алатындай, дестелері минималды ұстанымдармен жеткізу және қызмет көрсету сапасының жоғары көрсеткіштері болатындай етіп жасалған[1].

Мобилділік желінің функциясы ретінде оның екі түрі қамтамасыз етіледі: дискреттік мобилділік (роумингпен) және үзіліссіз мобилділік (хэндовермен). LTE желілері роуминг пен хэндовер процедураларын барлық бар желілерімен бірге қолдауы міндетті болғандықтан, LTE - абоненттері

(терминалдары) үшін қолжетімділіктің сымсыз кең жолақты қызмет көрсетулердің жаппай жабылуы қамтамасыз етілуі міндетті.

Дестелік табыстау, пайдаланушылық дауыстық трафикті табыстауды қоса, барлық қызмет көрсетулермен қамсыздандыруға мүмкіндік береді. Жоғары әртүрлі типтілік пен желілік түйіндердің иерархиялдылығы байқалатын, алдыңғы ұрпақ желілерінің көпшілік бөлігіне қарағанда, LTE құрылымын «жазық» деп атауға болады, өйткені іс жүзінде барлық желілік әрекеттесу екі түйін арасында болады: техникалық спецификацияларда В-түйін (Node-B, eNB) деп аталатын, базалық станция (БС) және мобилділікті басқару блогі МББ (MME, Mobility Management Entity), іс - жүзінде, әдеттегідей, желілік шлюзді Ш (GW, Gateway) де қосады, яғни MME/GW құрамдастырылған блоктары орын алады.

Радиожелінің контроллері, алдыңғы ұрпақ желілерінде айтарлықтай рөлді ойнаған, деректер ағынын басқарудан алынғанын бөліп алуға болады, ал оның дәстүрлік функциялары – радиоресурстарды басқару, тақырыпты сығымдау, мұқамдау, дестелерді сенімді жеткізу және т.б. тікелей БС жіберілген.

МББ тек қана ақпарат беру қызметімен, желілік сигнал берумен ғана жұмыс істейді, сондықтан, пайдаланушылық акпаратты сақтайтын, IP-дестелер одан өтпейді. Бұндай жеке сигнал беру блогының бар болуының артықшылығы, желінің өткізгіштік қасиетін пайдаланушылық трафигі үшін де, қызметтік акпарат үшін де тәуелсіз өсіруге болатынында. МББ басты функциясы, соның ішінде шақыруларды орындау және жолдау, қуаттану және сәйкестендіру, роуминг және хэндовер, қызметтік және пайдаланушылық арналарды орнату және т.б., күту режимінде болатын, пайдаланушылық терминалдарды (ПТ) басқару болып табылады.

Барлық желілік шлюздердің ішінде екеуі жеке бөлініп алынған: қызмет көрсететін шлюз ҚКШ (S-GW, Serving Gateway) және дестелік желінің шлюзі (P-GW, Packet Data Network Gateway), немесе, қысқаша, дестелік шлюз (ЖШ). ҚКШ, деректер дестелерін ала және жібере, БС жататын және онымен қызмет көрсетілетін ПТ, жергілікті мобильділік басқару блогі сияқты жұмыс істейді. ПШ БС жинағы мен әр түрлі сыртқы желілер арасындағы интерфейсі болып табылады, сонымен бірге IP-желілердің кейбір функцияларын атқарады, яғни мекен-жайларды тарату, пайдаланушылық саясатпен қамсыздандыру, бағдарлау, дестетерді сүзгілеу және т.б.

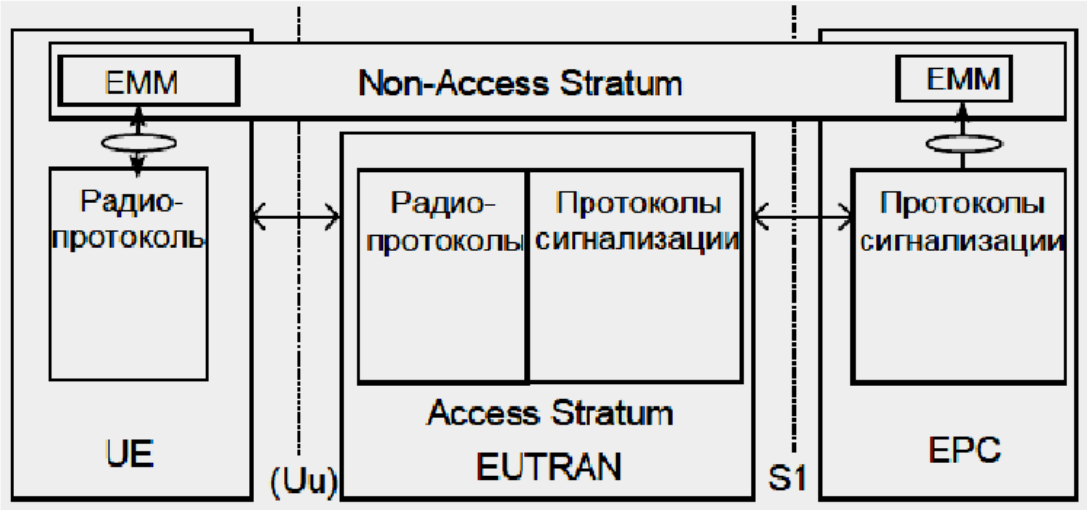
Үшінші ұрпақ желілерінің көп бөлігіндегідей, LTE желісін құру қағидасының негізіне екі аспектіні бөлу салынған: жеке желілік блоктарды физикалық түрде жүзеге асыру мен олардың арасындағы функционалдың байланыстардың қалыптасуы. Сонымен қатар, облыс тұжырымдамасынан шыға (domain), физикалық жүзеге асырудың себептері шешіледі, ал функционалдық байланыстар қабат жиегінде (stratum) қарастырылады.

Физиалық деңгейде біріншілік бөліну болып желінің құрылымының пайдаланушылық құрылғының бөліну облысы (UED, User Equipment Domain) және желілің ішкі құрылым облысы (ID, Infrastructure Domain) табылады.

Соңғысы, өз алдына, радиоқатынау желісіне (қосалқы желісіне) (E-UTRAN, Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) және базалық (дестетік) желісіне (қосалқы желісіне) (EPC, Evolved Packet Core) бөлінеді.

Пайдаланушылық құрылғы – бұл желілік абоненттердің LTE-қызметіне қолжетімділігі үшін қолданатын, әртүрлі деңгейлі функционалдық мүмкіндіктері бар ПТ жиынтығы. Сонымен бірге, пайдаланушылық терминал ретінде, мысалы, дауыстық қызметін қолданатын, нақты («тірі») абонент те, анық желілік немесе пайдаланушылық қосымшаларды қабылдау мен жіберуге арналған, иесізденген құрылғы да қатыса алады[2].

1.1 суретте LTE желісінің жалпылама құрылымы көрсетілген. Мұнда функционалдық байланыстардың екі қабатының бар болуы айқын бейнеленген: радиоқатынау қабаттары (AS, Access Stratum) және радиоқатынау қататының сырты (NAS, Non-Access Stratum). 1.1 суретте көрсетілген тілдері бар сопақтар қызметтерге қолжеткізу нүктесін білдіреді.



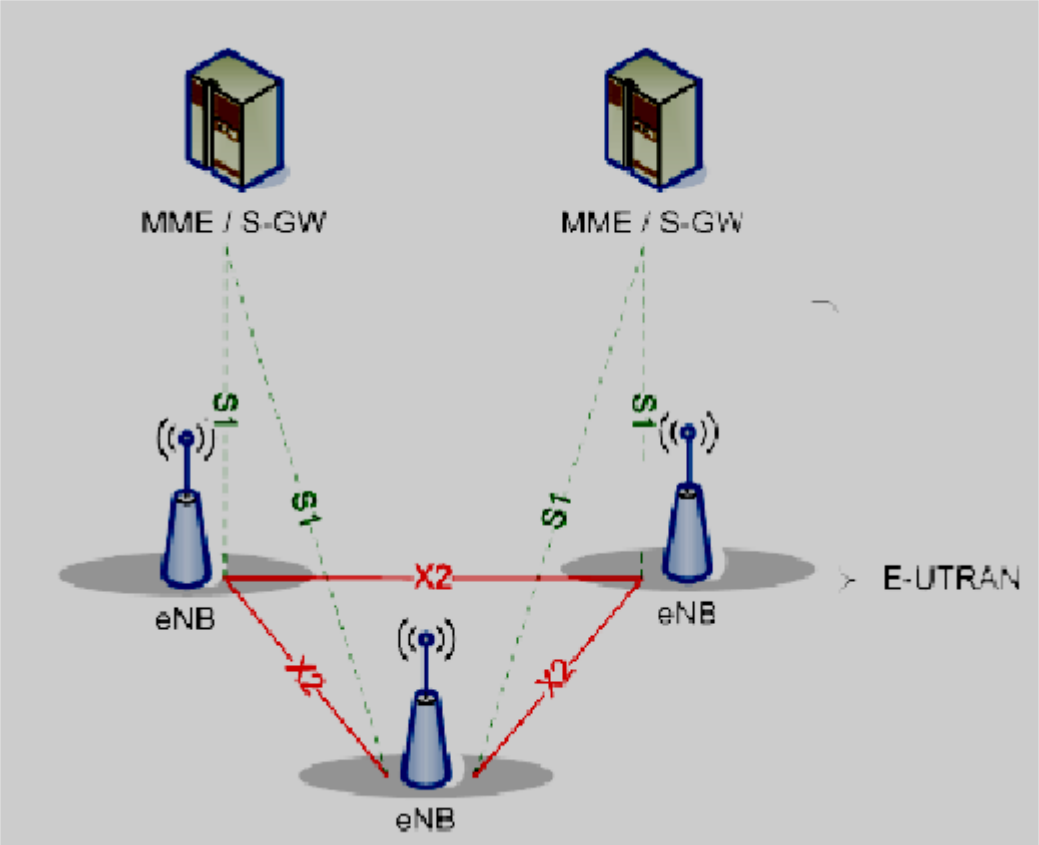
1.1 Сурет – LTE желісінің жалпылама құрылымы

UE пайдаланушылық құрылғы облысы мен UTRAN радиоқанытау желісінің облысы арасындағы түйіскен жері Uu-интерфейсі деп аталады; радиоқатнау желісінің облысы мен EPC базалық желісінің облысы – S1-интерфейсі. Uu және S1 интерфейстеріне қатысты, әр түрлі хаттамалардың құрамы мен функционалдылығы жазықтық деп аталатын екі бөлікке бөлінген: пайдаланушылық жазықтық (UP, User Plane) пен басқару жазықтығы (CP, Control Plane).

Қолжетімділік қабаттан тыс базалық желідегі (EMM, EPC Mobility Management) мобилділікті басқару механизмдері әрекет етеді.

Пайдаланушылық жазықтықта радиоарна бойынша пайдаланушылық деректерді тапсыруды қамтамасыз ететін хаттамалар жүзеге асырылған. Басқару жазықтығына, әр түрлі аспектілерде ПТ мен желінің арасындағы қосылуды қамтамасыз ете алатын, протоколдар жатады. Сонымен бірге, бұл жазықтыққа, әр түрлі қызметтерді көрсетуге жататын, транспарентті (мөлдір)

хабарламаларды тасуға арналған хаттамалар жатады. Радиоқатынау желісінің облысы логикалық түрде екі деңгейге бөлінген: радиожелі деңгейі (RNL, Radio Network Layer) мен транспорттық желі деңгейі (TNL, Transport Network Layer). БС радиоқатынау желісінің облысына кіретін X2-интерфейсі негізінде (1.2 суретке қараңыз) жүзеге асырылады. Бұдан басқа, мобилділікпен басқару блогы (S1-MM-интерфейс) немесе қызмет көрсету түйіні (S1-U-интерфейс) арқылы өтетін базалық станциялар мен базалық желі арасындағы транзиттік қосылу орын алады – 1.2 суретте көрсетілмеген. Осылайша, S1-интерфейсі БС жиынтығы мен МББ/БО блоктары арасындағы көптеген қатынастарды қолдайтынын бекітуге болады.



1.2 Сурет – Радиоқатынау желісінің функционалдық түйіндерінің қосылуы

LTE желісінің хаттамаларын, интерфейстер мен жазықтарда анықталған, зерттеуге барудың алдында радиоқатынау желісінің функционалдық блоктардың тағайындалуын қарастырамыз. БС LTE желілеріне келесі функциялардың орындалуы жүктелген:

- радиоресурстарды басқару: радиоарнадарды тарату, ресурстарды диспетчерлендіру (scheduling) деп аталатын, яғни көтерлемелі және бәсеңдемелі бағыттарда ресурстардың динамикалық таралуы және т.б.;
- IP – дестелердің тақырыптарын сығымдау, пайдаланушылық деректер ағынын мұқамдау;

- мобилділікті басқару блогін пайдаланушылық терминалды желіге қосқан кезде, оның соңғы қосылу туралы ақпараты болмаған кезде таңдау;

- деректер дестеінің пайдаланушылық жазықтығында қызмет көрсету шлюзі бағытымен бағдарлау;

- МББ алынған, шақырмалы және баяндамалы ақпаратты тапсыру мен диспетчерлендіру;

- PWS (Public Warning System, қауіп-қатер жариялау жүйесі) хабарламаларын тапсыру мен диспетчерлендіру;

- мобилділікті басқару мен диспетчерлендіру үшін сәйкес есеп берулерді өлшеу және құру.

Мобилділікті басқару блогі келесі функциялардың орындалуын қамтамасыз етеді:

- қол жеткізу нүктесі туралы қорғалатын ақпаратты қызметтерге тапсыру мен қол жеткізу нүктесімен қорғаныстық басқару;

- әр түрлі радиоқатынау желілерінің арасындағы мобилділікті басқару үшін базалық желісіне ақпаратты тапсыру;

- шақыруларды бағдарлауды қоса, күту режимінде тұратын, БС басқару;

- ПТ қадағалау аймағының тізімін басқару;

- әр түрлі стандарттағы радиоқатынау желілері үшін дестелік желісі шлюзі мен қызмет көрсету шлюзін таңдау;

- хэндоверді орындаған кезде жаңа мобилділік басқару блогін таңдау;

- роуминг;

- сәйкестендіру;

- белгіленген арнаның орындалуын қоса есептегенде, радиоарнаны басқару;

- PWS хабарламаларын тапсыруын демеу.

Қызмет көрсету түйіні келесі функциялардың орындалуына жауап береді:

- хэндовер кезінде орналасу жерінің жергілікті байланысу нүктесін (Local Mobility Anchor) таңдау;

- күту режимінде тұратын, ПТ арналған деректер дестеінің төмендету бағытында буферленуі, және де қызметті сұрау процедурасын инициализациялау;

- пайдаланушылық ақпаратты рұқсат қағып алу;

- деректер дестесін бағдарлау мен қайта жол көрсету;

- транспорттық деңгейдегі дестелерді таңбалау;

- пайдаланушылардың есеп жазбасын және баға белгілеу үшін қызмет көрсету сапасының қатарын сәйкестендіруін құру;

- абоненттерге баға белгілеу.

Ақыр соңында, желілік дестетің шлюзі келесі функциялардың орындалуын қамсыздандырады:

- пайдаланушылық дестелерді сүзгіленуі;

- пайдаланушылық ақпараттың рұқсат қағып алынуы;

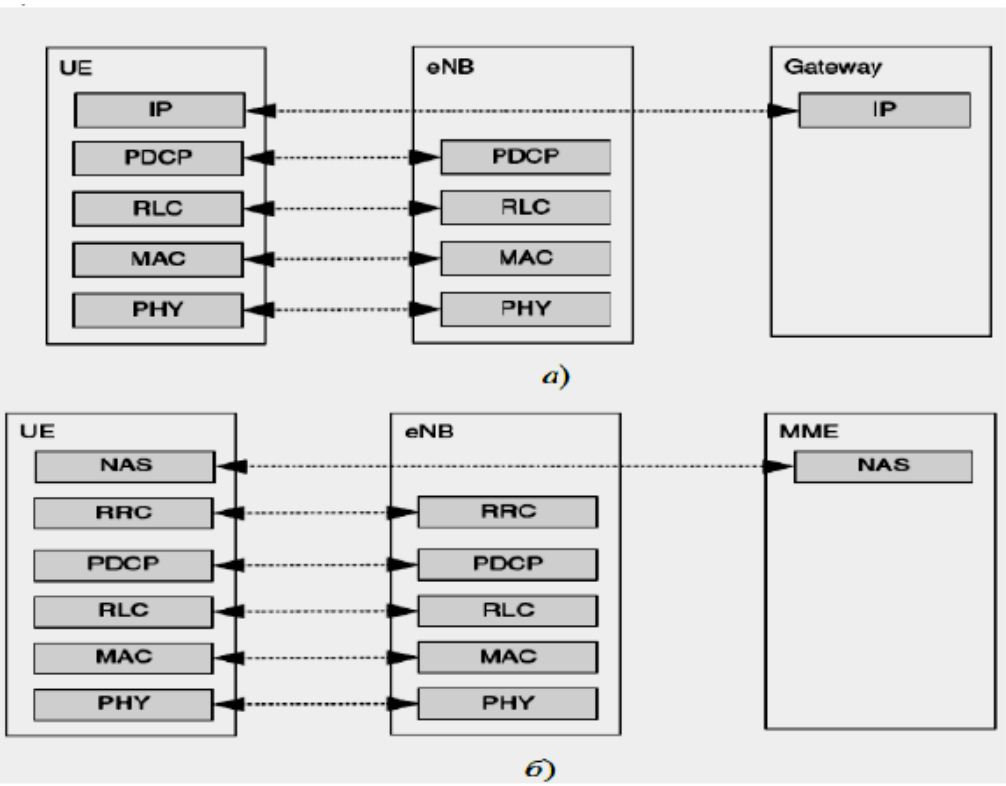
- ПТ үшін IP-мекендердің таралуы;

-төмендету бағытында транспорттық деңгейдегі дестелердің таңбалануы;
- қызметке баға белгілеуі, олардың сұрыптануы.

1.2 Хаттамалардың айдалуы, әр түрлі деңгейлерде жүзеге асырылған қызметтер мен арналар

1.3 суретте әр түрлі жазықтықтарға жататын хаттамалардың айдалуы көрсетілген. Ол келесі деңгейлерге бөлінген:

- физикалық (PHY) деңгей;
- MAC (Medium Access Control) ортасына қолжетімділікпен басқару деңгейі (қосалқы деңгейі);
- RLC (Radio Link Control) радиоарнаын басқару деңгейі (қосалқы деңгейі);
- PDCP (Packet Data Convergence Protocol) дестетік деректерін жуықтау (бірігу) хаттаманың дейгейі (қосалқы деңгейі);
- RRC (Radio Resource Control) радиоресурстарын басқару деңгейі (қосалқы деңгейі);
-қол жеткізу қабатынан тыс (NAS хаттамасы) жұмыс істейтін хаттама деңгейі.



1.3 Сурет – пайдаланушылық жазықтық (а) пен басқару жазықтығында (б) пайдаланушылық жазықтықтағы хаттамалардың айдалуы

1.3 суретте көрінетіндей, MAC пен RLC қосалқы деңгейлерінде пайдаланушылық жазықтықта басқару жазықтығында орындалатын функциялар да орындалады. RRC қосалқы деңгейінің функциялары тек қана басқару жазықтығымен шетелген: бұл жүйелік ақпараттың хабарлануы, шақыру, радиоарнаны басқару, берілген қосалқы деңгейдегі қосылысты басқару, мобилділікті басқаруды қамсыздандыру, ПТ параметрлерін өлшеу туралы есеп беруді құру және басқару[3].

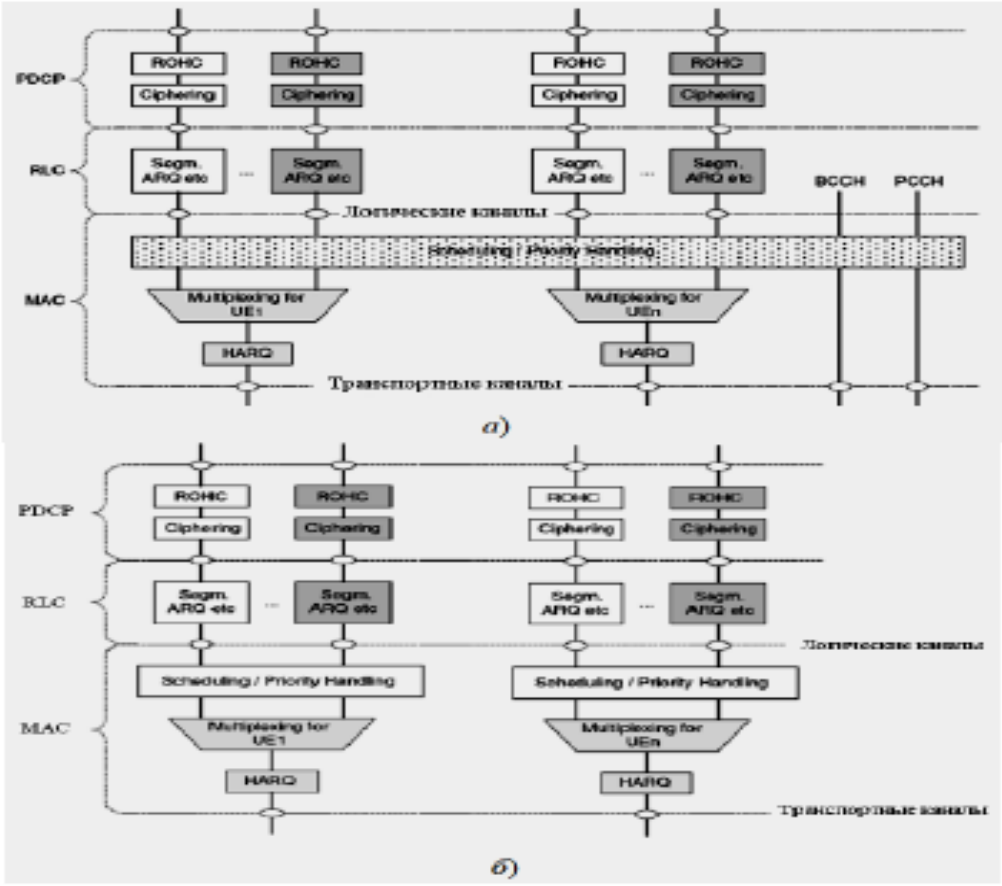
Сонымен қатар, басқару жазықтығына қол жеткізу қабатынан тыс және және МББ мен ПТ арасында ауыздықталған ақпаратпен алмасу хаттамасы жатқызылған; ол радиоқатынау сұрақтарымен байланыспаған мәселелерді шешу үшін арналған: деректерді тапсырудың тесіп өту арнасын басқару, сәйкестендіру мен пайдаланушылық деректерді қорғау және т.б.

Төменгі, физикалық деңгейде, сонымен қатар 1 деңгей (L1, Layer 1) деп те аталатын, жоғарырақ деңгейге деректерді тапсыру бойынша қызметтер жүзеге асырылған. Мұндай қызметтердің орындалуы келесі функциялардың қамтамасыз етілуімен байланысты:

- транспорттық арнада қателіктерді табу және бұл туралы жоғарырақ деңгейлерде индикациялау;
- транспорттық арнада кедергіге төзімді кодтау мен қайта кодтау;
- деректер дестесінің қайта жіберілуіне буданды сұрау;
- физикалық арналарды салмақтық көбейткіш көмегімен энергетикалық тегістелу;
- физикалық арналарды модуляциялау мен қайта модуляциялау;
- жиіліктік және уақытша синхрондау;
- радиожиіліктік сипаттамаларды өлшеу және бұл туралы жоғарырақ деңгейлерде индикациялау;
- таратылған тапсыру мен параллелді толқынжима жөндеу (MIMO, Multiple Input Multiple Output әдістері);
- бағдарлану диаграммасын құру;
- сигналдарды радиожиіліктік жөндеу.

Физикалық деңгей мен MAC қосалқы деңгей арасындағы қызметтерге қол жеткізу транспорттық арналармен қамтамасыз етіледі, ал MAC қосалқы деңгей мен RLC-қосалқы деңгей арасында – логикалық арналармен.

1.4 суретте арналық деңгейдің құрыласы көрсетілген, сонымен бірге көтерілу мен төмендету бағыттарындағы 2 деңгей (L2, Layer 2) деп те аталады; құрылыстардың айырмашылығы, төмендету бағытында MAC қосалқы деңгейінде бірнеше ПТ басымдылығын басқару жүргізіледі, ал бұл уақытта көтерілу бағытында мұнбай басқару тек бір ғана ПТ жатқызылады.



1.4 Сурет –Арналық деңгейдің төмендету (а) және көтерілу (б) бағыттарындағы құрылысы

MAC қосалқы деңгейінде келесі функциялардың орындалуы қамсыздандырылады:

- бір немесе бірнеше логикалық арналарға, транспорттық арналардың транспорттық блогтарына және кері функциялардың орындалуына жататын, қызмет дестелерінің мультиплекстенуі (SDU, Service Data Unit);
- есеп беру құрастыруды диспетчерлеу;
- қателерді қайта тапсыруға сұрамалар жіберу арқылы түзеу;
- логикалық арналар арасындағы басымдылықты басқару;
- мультимедиялық хабарлау қызметін сәйкестендіру (MBMS, Multimedia Broadcast Multicast Service);
- транспорттық пішімді таңдау;
- деректер дестеінің құрамаларын тегістеу.

RLC - қосалқы деңгейде ақпараттарды тапсыру екі режимде бола алады: дәлелдеуі бар (AM, Acknowledge Mode) және дәлелдеуі жоқ (UM, Unacknowledge Mode). Дәлелдеуі жоқ режим, оның радиоарнада қолдану мүмкіндігі кезінде, деректер дестесінің қайсы-бір жоғалуын жібереді. Дәлелдеуі бар режимінде жоғалған дестелердің қайта тапсыруына автоматты сұрау механизмі қолданылады[4].

RLC - қосалқы деңгейіне келесідей функциялар жүктелген:

- деректер дестелерін жоғарырақ деңгейге тапсыру;

- қателерді қайта тапсыруына сұрау арқылы түзеу (тек қана дәлелдеуі бар режимінде);

- қызмет дестелерін конкатенациялау (тіркеу), буынтықтану және қайта жинау;

- деректер дестелерін қайта буынтықтану (те қана дәлелдеуі бар режимінде);

- деректер дестеінің жүру ретін өзгерту;

- қателерді табу хаттамаларының функционалдылығы (тек қана дәлелдеуі бар режимінде);

- қызмет дестелерінің бұрмаланған лақтыру;

- RLC деңгейінде қосылуды қайта орнықтыру.

PDCP - қосалқы деңгейінің функцияларын атап өтейік:

- ROHC (Robust Header Compression) хаттамасы бойынша тақырыпты сығу мен қайта қалпына келтіру;

- пайдаланушылық деректерді тапсыру;

- жоғарырақ деңгейдің деректер дестелерін тізбектей жеткізу (дәлелдеуі бар режимінде);

- төменірек деңгейдегі қызмет дестелерін қос көрсету (дәлелдеуі бар режимінде);

- хэндовер кезінде қызмет дестелерін қайта тапсыру;

- мұқамдау мен қайта мұқамдау;

- көтерілу бағытында бұрмаланған қызмет дестелерін лақтыру;

- басқаратын ақпаратты тапсыру;

RRC-қосалқы деңгейінің негізгі функциялары мен қызметтері келесілерді қосады:

- қол жеткізу қабатына да, оның сыртына да қарайтын, жүйелік ақпаратты хабарлау;

- шақыруларды жүзеге асыру;

- ПТ мен желі арасындағы RRC-қосалқы деңгейде байланыстарды шешу, реттеу және орнықтыру;

- мұқамдау кілттерін басқаруды қоса есептегенде, ақпаратты қорғау функциялары;

- тесіп өтілетін арнаны шешу, реттеу, кескіндемелеу және орнықтыру;

- мобилділікті басқару функциялары;

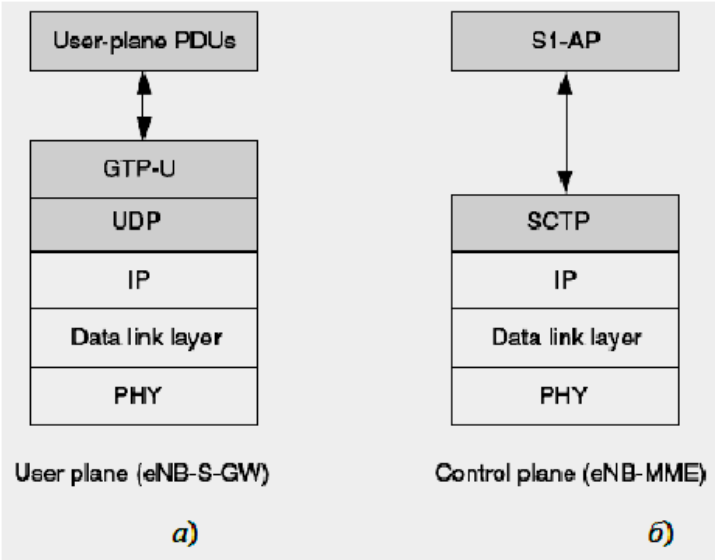
- мультимедиялық хабарлау қызметін растау;

- қызмет көрсету сапасын басқару;

- ТП жататын, параметрлерді өзгерту туралы есеп берулерді құру;

- ПТ мен қол жетімді қабаттан тыс желілік аймақ арасындағы хабарламалардың тура ауысуы.

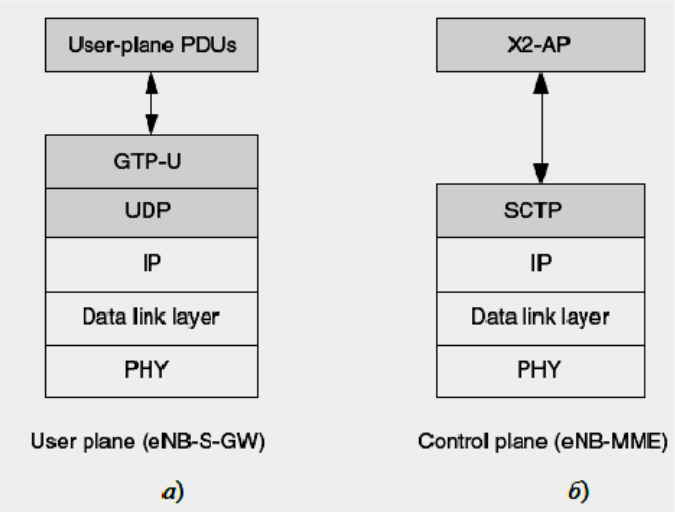
Әр түрлі желілік интерфейстерде жұмыс істейтін хаттамалардың айдауын қарастырайық.



1.5 Сурет – S1 хаттамасының пайдаланушылық жазықтықта (а) және басқарушы жазықтықта (б) айдалуы

1.5 және 1.6 суреттерде сәйкесінше S1 мен X2 ұқсас хаттамаларының айдалуы бейнеленген. S1-U интерфейсі S1 хаттамасының пайдаланушылық жазықтығы, БС мен БО арасында анықталған, пайдаланушылық деректердің кепілсіз жеткізуін қамтамасыз ете отырып, GTP-U (GPRS Tunneling Protocol) дестетерді туннелдеу хаттамасын қолданады. Айтарлықтай қарапайым болып, бұл IP-хаттама әрбір ақырғы түйіндер жинағының арасында бірнеше туннелдерді орнықтыруға мүмкіндік береді[5].

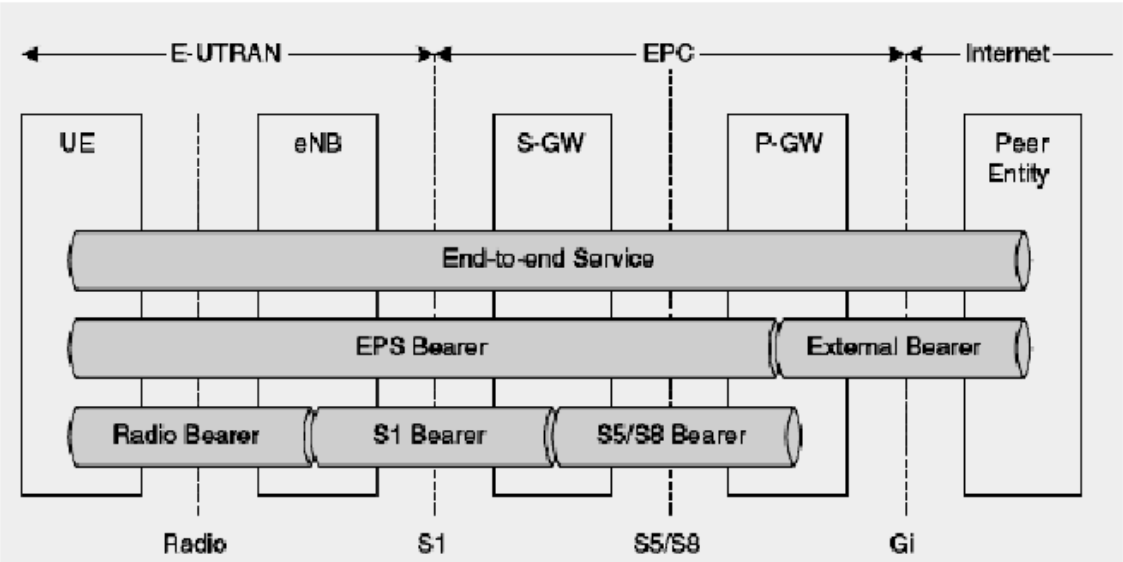
Жоғарыда айтылып кеткендей, БС мен МББ арасындағы басқару жазықтықтарында S1-MM интерфейсі анықталған. Бұл интерфейс TCP транспорттық деңгейінде SCTP қызметтік ақпарат тапсыру ағын хаттамасын қолданады. Қосымшалар деңгейінде S1-AP мен X2-AP хаттамалары қолданылады.



1.6 Сурет – X2 хаттамасының пайдаланушылық жазықтықта (а) және басқару жазықтықта (б) айдалуы

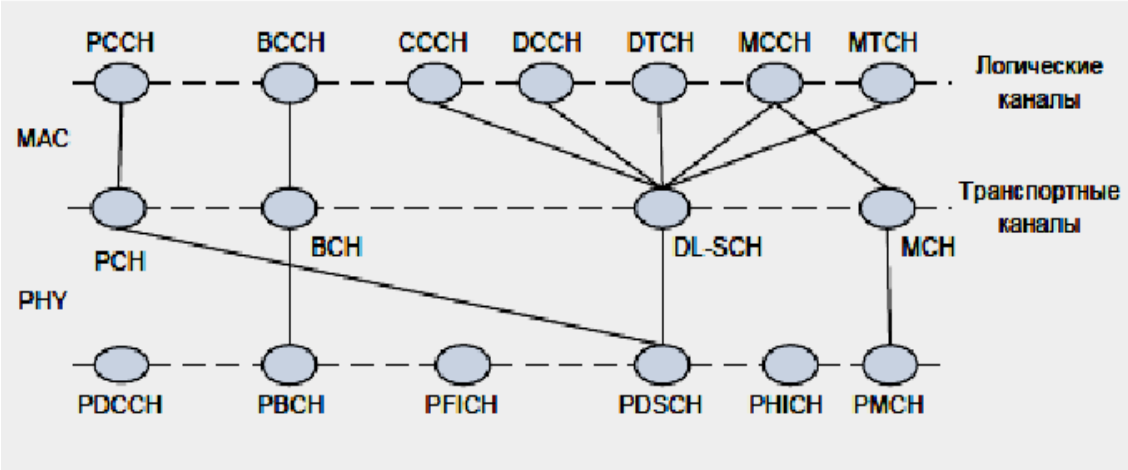
Пайдаланушылық қосымшалардың көп бөлігі QoS қызмет көрсетудің сапалық көрсеткіш жиынтығымен суреттеледі. Кез келген дестетік желіде, әр түрлі хаттамалары бар пайдаланушылардың дестетік деректерін тапсыруды қамсыздандыратын, механизмдер салынуы қажет.

LTE желілерінде (UMTS желілеріндегідей) екі ақырғы нүктелер арасында тесіп өту арнаы (end-to-end bearer) ұғымы енгізіледі: немесе екі пайдаланушылар арсында, немесе, мысалы, пайдаланушылық терминал мен қандай да бір ғаламтор-сервер арасында. Осыған сәйкес, тесіп өту арнаының бөлігі ұғымы пайда болады – әр түрлі деңгейлерде және әр түрлі желілік түйіндерде: радиоарна (radio bearer), сыртқы арна (external bearer) және т.б. Сондай-ақ, ПТ мен дестетік желі шлюзі арасында орнықтылатын, қызмет көрсету сапасының параметрлер қатарын тасымалдайтын арнадар ұғымы орын алады (1.7 сурет); LTE-ерекшелігінде мұндай арна EPS-арнаы деп аталады (EPS bearer, EPS — Evolved Packet System, бөлінген дестетік жүйе). Әрбір IP-ағын, мысалы, IP-хаттамасы (VoIP) көмегімен апсырылатын дауыстық трафик, дербес EPS-арнаымен байланысты, және, осыған сәйкес, желі әр түрлі абоненттерге әр түрлі басымдылықтарды орнықтыра алады. IP-дестесі тыстан келгенде (сыртқы IP-желі, ғаламтор), ол алдын-ала орнатылған параметрлер негізінде қызмет көрсету сапасы бойынша қызмет көрсету түйінімен топтастырылады, сәйкес EPS-арнаында бейнеленеді және, бұдан кейін, БС мен ПТ арасында радиоарна бойынша тапсырылады. Осылайша, EPS-арнаы мен радиоарна арасында өзара-бір мағыналы сәйкестену болады.



1.7 Сурет – тесіп өту арнаының құрылымы

Ақпаратты «көлденең» (екі түрлі деңгейлер арасында) және «көлбеу» (екі түрлі түйіндер арасында) тасымалдауды қамтамасыз ететін, арналардың жиынтығын қарастырайық. 1.8 суретте физикалық, транспорттық және логикалық арналардың төмендету бағытында кескінделуі көрсетілген.



1.8 Сурет – Физикалық, транспорттық және логикалық арналардың төмендету бағытында кескінделуі

Логикалық арналар, оның ішінде сақталатын ақпараттың типімен анықталады, және де екі топқа жіктеледі: басқаратын, қызметтік ақпаратты тасымалдайтын, және трафиктік, олардың ішінде пайдаланущылардың пайдалы ақпараттары сақталады. Төмендету бағытында бес басқару логикалық арналар анықталған:

- PCCH (Paging Control Channel) шақырушы басқарушы арна, желіде шақырушы ақпаратты тапсыру арқылы абоненттерді (терминалдарды) іздеу үшін арналған;
- BCCH (Broadcast Control Channel) хабарлаушы басқарушы арна, желіде қызметтік ақпаратты тапсыру үшін қолданылады;
- CCCH (Common Control Channel) жалпы басқарушы арна, бұны қолданған кезде, RRC-қосалқы деңгейінде (RRC-қосылыс) қосылысы жоқ, ПТ мен желінің арасындағы байланысты қамтамасыз етеді;
- DCCH (Dedicated Control Channel) белгіленген басқарушы арна, сондай-ақ, ПТ мен желі арасындағы байланысты қамтамасыз едеті, бірақ RRC-қосылысы болады;
- MCCH (Multicast Control Channel) топтық басқарушы арна, оның көмегімен мультимедиялық қызметтердің біріккен тапсыруы қамтамасыз етіледі.

Басқарушылармен қатар, екі трафиктік логикалық арналар анықталған:

- DTCH (Dedicated Traffic Chanel) белгіленген трафиктік арна, екі абоненттер арасында пайдаланушылық ақпаратты тапсыру үшін орнатылады.
- MTCH (Multicast Traffic Chanel) топтық трафиктік арна, мультимедиялық хабарлау қызметін тапсыру үшін орнатылады.

Пайдаланушылық немесе қызметтік ақпаратты жоғарырақ деңгейден төменірек деңгейге тапсыру арналары көрсету терминдерінде суреттелген: логикалық – траспорттыққа, транспорттық – физикалыққа.

PCCH логикалық арнаны төмендету бағытында, үзілмелі деректер дестесін қабылдауын жақтайтын, PCH (Paging Channel) транспорттық шақыру арнасында кескінделеді[6].

BCCH логикалық арнасы не BCH (Broadcast Channel) транспорттық хабарлау арнаында, не DL-SCH (Downlink Shared Channel) транспорттық төмендетуші біріккен арнасында кескінделеді. BCH арнаы транспорттық блогтың белгіленген кескіндемесімен сипатталады, және дәл соған ПТ балауызда синхрондалғаннан кейін дәлденеді. DLSCH арнаында модуляция мен кодтаудың, қуатты басқарудың, қайталауға шақырудың автоматты буданданудың, көп толқынжималы технологиялардың және т.б. бейімделген әдістері ұсталынады.

MCCH мен MTCH логикалық арналары не MCH (Multicast Channel) транспорттық топтық арнасында, не DL-SCH транспорттық төмендетуші біріккен арнасында кескінделеді. MCH арнасы бірнеше жүздеген мультимедиялық қызметтің топтық тапсыруын ұстайды.

CCCH, DCCH және DTCH логикалық арналары DL-SCH транспорттық арнасында кескінделеді.

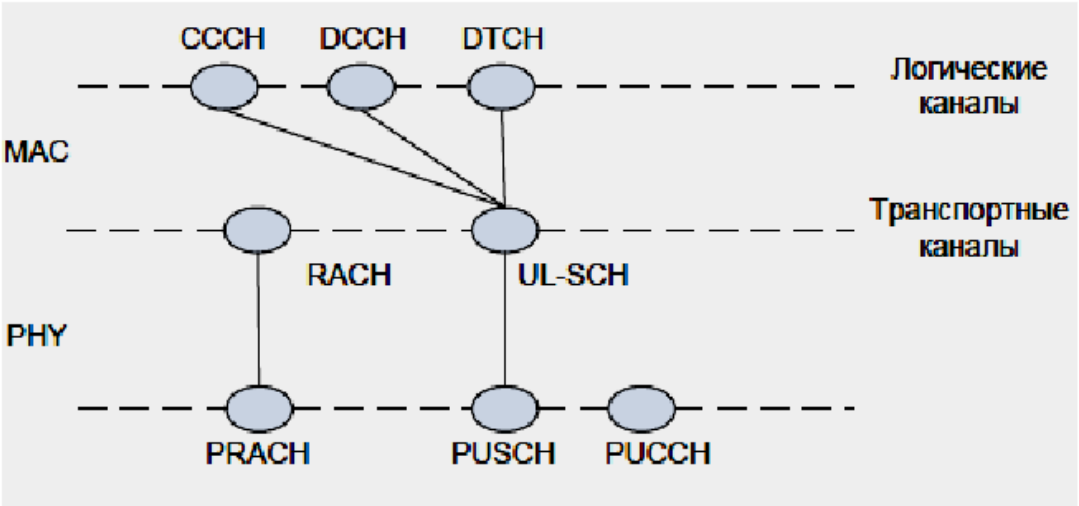
Сонымен, жеті логикалық арна төрт транспорттық арнада кескінделеді. Кейін, физикалық деңгейге өткен кезде, транспорттық арналардың алты физикалық арнаға кескінделуі басталады.

BCH транспорттық арнасы, 40 мс ұзақтықпен уақыт интервалында берілетін, PBCH (Physical Broadcast Channel) физикалық хабарлау арнасында кескінделеді.

PCH мен DL-SCH транспорттық арналары PDSCH (Physical Downlink Shared Channel) физикалық төмендетуші біріккен арнасында кескінделеді.

MCH транспорттық арнасы PMCH (Physical Multicast Channel) топтық хабарлаудың физикалық арнасында кескінделеді.

Қалған үш физикалық арналар: PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel) пішімді индикатордың физикалық басқарушы арнасы, PDCCH (Physical Downlink Control Channel) физикалық төмендетуші басқарушы арнасы және PHICH (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel) қайталауға гибридті сұраудың индикаторының физикалық арнаыавтономды болып табылады, яғни оларда транспорттық арнадар кескінделмейді. PDCCH мен PCFICH арналары PCH және DL-SCH траспорттық арналары үшін ресурстардың бөлінуі туралы, сонымен қатар модуляция мен кодтаудың параметрлері туралы ПТ хабарлау үшін қолданылады. PHICH арнасы, оның атынан шығатындай, тапсыру сұрауларын қайта тапсыру үшін қолданылады.



1.9 Сурет – Физикалық, транспорттық және логикалық арналардың көтерілу бағытындағы кескіндемесі

Үш логикалық арна орын алған кездегі, оның ішінде екі басқарушы және бір трафиктік, екі транспорттық арна мен үш физикалық, логикалық, транспорттық және физикалық арналардың көтерілу бағытындағы өзара кескіндемесін қарастырамыз (1.9 сурет қараңыз).

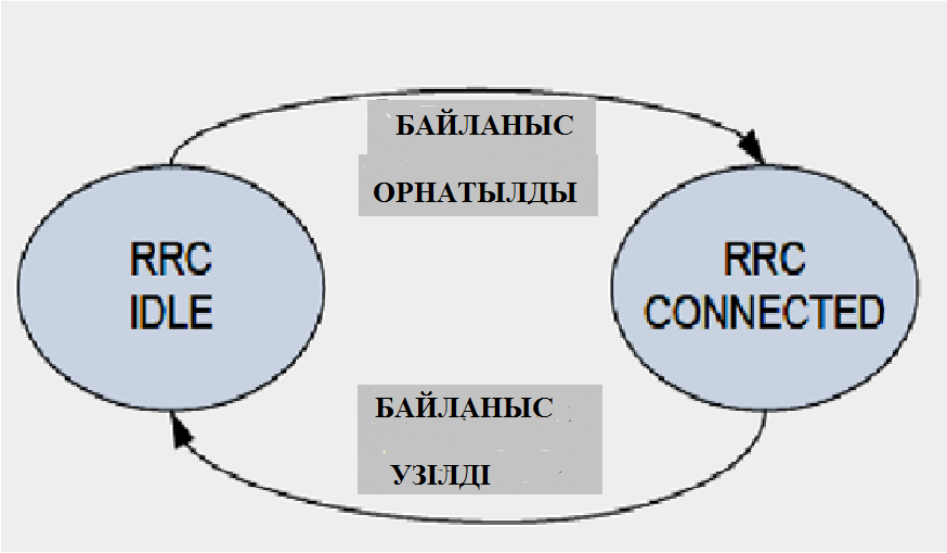
Төмендету бағытындағы сияқты, CCCH логикалық жалпы және DCCH басқарушы арналары ПТ мен желі арасындағы, сәйкесінше, RRC-қосылысы бар немесе жоқ, қызметтік ақпаратты тапсыру үшін қолданылады. Сол сияқты, төмендету бағытына ұқсас, бір ПТ пайдаланушылық ақпаратты тапсыру үшін арналған, DTCH логикалық белгіленген трафиктік арна анықталған.

Барлық үш логикалық арна, модуляция мен кодтаудың бейімделген әдістерін, қуатты басқаруды, қайталауға автоматты буданды сұрауларды, ресурстарды жартыстатикалық және динамикалық таратуды ұстайтын, UL-SCH (Uplink Shared Channel) бір транспорттық көтерілуші біріккен арнаында кескінделеді. Басқа жоғарылау бағытындағы транспорттық арна – RACH (Random Access Channel) кездейсоқ қол жетімділік арнасы қайшылықтың пайда болу мүмкіндігімен ПТ-дан айқын ақпаратты (белгіленген арнаны ұсынуға сұрау), тек бұған ұқсас сұрау басқа ПТ келген кезде, тапсыру үшін арналған[7].

RACH транспорттық арнасы, кездейсоқ қол жетімділіктің сәйкес қосымшасын тасымалдайтын, PRACH (Physical Random Access Channel) кездейсоқ қол жетімділік физикалық арнасында кескінделеді. UL-SCH траспорттық арнасы PU-SCH (Physical Uplink Shared Channel) физикалық жоғарылаушы біріккен арнасында кескінделеді. Қалған PU-CCH (Physical Uplink Control Channel) физикалық жоғарылаушы басқарушы арна автономды болып табылады–оған транспорттық арналар кескінделмейді. Ол төмендетуші арнаның сапасын индикациялау туралы есеп берулерді тапсыру үшін, деректер дестелерінің тәртіп жолына сұраулары және т.б. үшін қолданылады.

1.3 Пайдаланушылық терминалдардың мобилділігін басқару

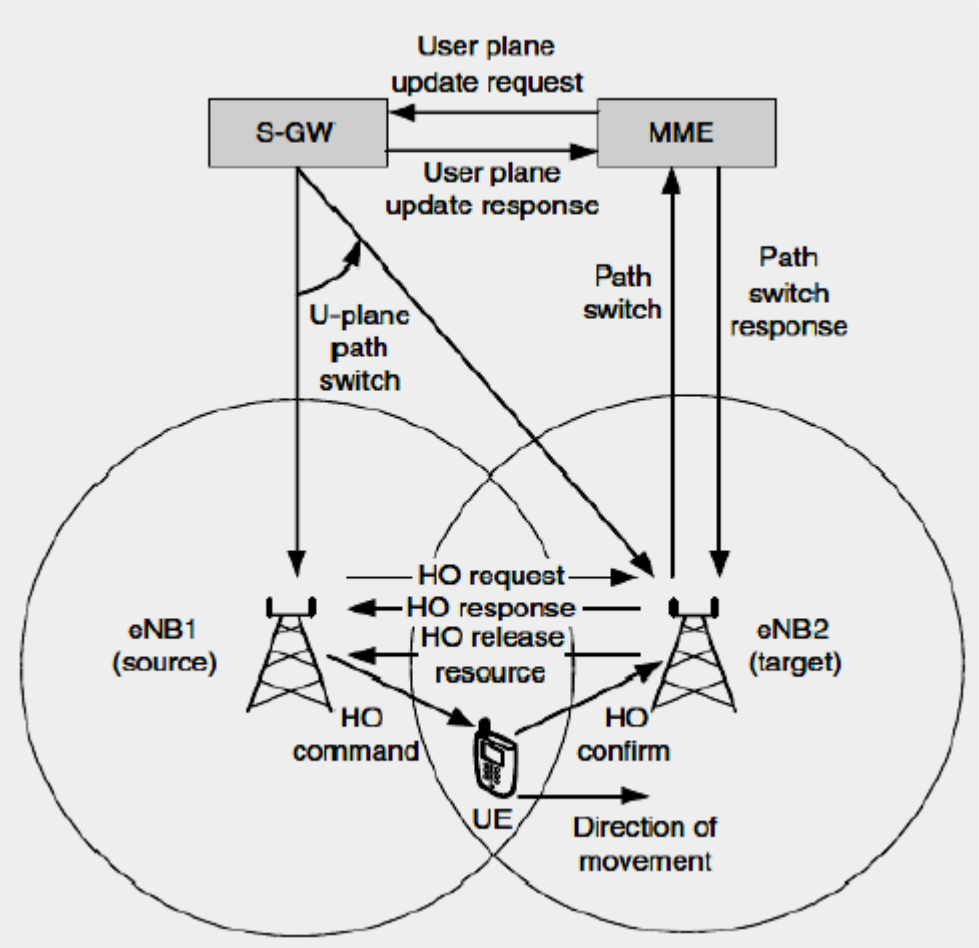
LTE желілерінде әрбір ПТ үшін RRC-қосалқы деңгейіне қатысты екі күй анықталған: қосылу (RRC CONNECTED) мен күту (RRC IDLE). Қызмет ете, қосылу сәтті орныққан кезде, ПТ RRC-күту күйінен RRC-қосылу күйіне ауысады; кейін, қосылуды RRC-қосалқы деңгейінде жыртып, ПТ қайта RRC-күту күйіне орала алады.



1.10 Сурет – ПТ күйлерінің ауысуы

RRC-күту күйінде болып, ПТ шақыру арнасының мониторингін жүргізе алады, хабарлаушы ақпаратты ала алады, қызмет көрсетуші балауыздарға қатысты өлшеулерді жүргізе алады және, қажет кезде, оның өзгерістерін жүзеге асыра алады. Бұдан басқа, бұл күйде ПТ шығарушы қуатты үнемдеу үшін айқын циклдің үзілмелі тапсыруын орнықтыру мүмкіндігі бар. Бұл күйде мобилділікті басқару ПТ өзімен жүзеге асырылады.

RRC-қосылу күйінде, айқын ПТ жататын, жеке дара ақпараттың тапсырылуы екі бағытта, сонымен бірге төмендету бағытында хабарлаушы (топтық) ақпаратты, үзілмелі тапсырудың циклдік орнатылуы жүргізіле алады. Деректер дестеінің жүру кестесін анықтау үшін, ПТ, біріккен транспорттық арнадармен байланысатын, басқарушы арналардың мониторингін жүзеге асырады. Бұл мақсаттар үшін, ағымдағы арнаның сапасы туралы ақпаратты беретін, кері байланыс қамтамасыз етіледі, қызмет етуші балауыздыққа жататын, қажетті өлшелулер жүргізіледі, сонымен қатар өлшеулер туралы есеп берулер желіге жіберіледі. RRC-күтуге қараған, RRC-қосылу күйінде мобилділікті басқару желімен жүзеге асырылады.



1.11Сурет – Белсенді хэндовер

Барлық мобилді байланыстардың ұялы желілерінің негізгі ерекшелігі болып, соның ішінде, LTE желілерінің, әр түрлі базалық станцияларға, қызмет көрсететін түйіндер мен желілерге қатысты «жапсарсыз» абоненттің мобилділігін ұстауы болып табылады (яғни, желілік шлюздер). Мобилділіктің тиімділігіне қойылатын талаптары, кідіріске сезімтал, VoIP сияқты, жеке қосымшалардың дестелерін қолданған кезде одан әрі жоғарылайды. Белгілі болғандай, жапсарсыз мобилділіктің негізінде хэндовердің әр түрлі процедуралары жатыр – белсенді абоненттің (яғни, байланыс сеансында немесе қосылысында болатын) онымен әр түрлі географиялық зоналарды қиыстырған кещдегі эстафеталық тапсыруы. Әрине, әдеттегі пайдаланушы үшін, қызмет көрсету шлюзінің, оған қоса, базалық желінің өзінің ауысуына қарағанда, балауыздардың ауысуы (БС) айтарлықтай жиі болып тұрады. Сондықтан хэндоверді орындауға дайындалу үшін, әр түрлі БС арасында жұмыс істейтін, X2 интерфейсі бойынша сигнал беру қолданылады [7].

Белгілі болғандай, хэндоверді орындаудың тиімділігі желінің жұмыс істеу сапасының көрсеткіштерінің ең маңыздыларының бірі болып табылады; жаман реттелген хэндоверлардың параметрлері (шешім қабылдау деңгейі, гистерезис және т.б) қызметтік арналардың асқын жүктелуіне, сонымен қоса, сәтсәз хэндоверлармен шартталған, байланыс сеанстарының жоғалтуына алып

келе алады. Әр түрлі желілерде орындалатын, хэндоверларды сипаттау алгоритміне спецификациялардың көп бөлігі арналған (соның ішінде, хэндовердің жеткілікті процедурасы спецификациясында TS 36.413 толықтай жазылған). Кейін, суреттеме ретінде, соншалықты терең зерттеуіне талапсыз, бірдей МББ мен БҚ шегінде балауыздың ауысуы кезінде LTE-хэндовердің қарапайым мысалы қарастырылған [9].

Мысалы, қоршаған ортан жағдайының анализі мен хэндоверде балауыз-үміткерді таңдағанда базалық стансаның контроллерімен жүзеге асатын, GSM желілеріне қарағанда, LTE желілерінде мұндай істер ПТ өзіне сенімделген, бірақ, әрине, хэндовер туралы ақырғы шешім желімен қабылданады. 1.11 суретте БС1 балауызынан БС2 балауызына ауысатын, хэндовердің белсенді ПТ мысалы көрсетілген[10].

Қимылдау шамасына қарай көрсетілген бағытта ПТ БС1 қызмет көрсететін базалық стансаның өлшемдері туралы есеп берулерді жібереді, бұдан шығатын қорытынды, көрші тұрған БС2 базалық стансадан келетін сигнал берудің сапасы, БС қарағанда жақсырақ болды. Хэноверді дайындай отыра, БС1 X2 интерфейсі бойынша БС2, мұндай жағдайда мақсатты деп аталатын, хэндоверге сұрау HO REQUEST жібереді. Бұл кезде хэндовер туралы ақырғы шешімге пайдаланушының ағымдағы басымдылығы ықпал ете алады, ал ол туралы мәліметтер EPS-арнаы бойынша жіберіледі.

Мақсатты БС2 талар етілген ресурстарды EPS-арнаы бойынша сәйкес қабылданған QoS ақпараттарды кескіндемелейді және абонент үшін C-RNTI (Cell Radio Network Temporary Identifier) ұялы сәйкестендіргішті сақтайды, сонымен қатар, мүмкін жағдайда, кездейсоқ қол жетімділік қаналдың қосымшасын. Әрине, C-RNTI сейкестендіргіші балауыздық шегінде әрбір ПТ үшін бірегей болып табылады.

Мақсаты БС2 қызмет көрсетуші БС1 HO RESPONSE хэндоверін орындауға дайын екендігіне жауап бергеннен соң, БС1 радиоарнаны ауыстыру туралы ПТ HO COMMAND пәрменін береді, және, өз ішінде қажетті параметрлерді сақтайды: C-RNTI жаңа уақыттық сәйкестендіргіш (сақтандыруда тұрған), кездейсоқ қол жетімділік арнаның қосымшасы мен оның өмір сүру уақыты және т.б.[11].

Пәрмендер хэндоверге алынғаннан кейін ПТ жаңа ұялы байланыс жүйесінде синхрондалады, және RACH арнаы арқылы желіге қолжетімділікті жүзеге асырады; желі өз кезегінде ПТ қажетті қорларды анықтап және қажет болатын алдын ала уақытты орнатады. Осы сипатта желіге қолжетімділікті жүзеге асырып, ПТ өзінің жаңа қызмет көрсетуші БС2-ге HO CONFIRM хэндоверінің орындалуын нақтылайтын хабарлама жібереді, БС2 бұл туралы PATH SWITCH МББ ескертеді, ал ол ендігі кезекте қызмет көрсетілетін БС2 деп сипатталатын, тармақтарды хабарламамен жабдықтайтын USER PLANE UPDATE REQUEST ескертеді.

Ары қарай қызмет көрсетуші тармақ ПТ басқарылуын БС2-ге МББ арқылы сәйкес келетін USER PLANE UPDATE RESPONSE және PATH SWITCH RESPONSE командаларын жіберілуі бойынша ауыстырады. PATH

SWITCH RESPONSE пәрменін қабылдағаннан кейін, БС2 сәтті хэндовер туралы осы уақытқа дейін ПТ үшін кейінге қалдырылған HO RELEASE RESOURSE қорларының босағаны туралы хабарлама жіберу арқылы БС1-ге хабарлайды. Осымен хэндовер процедуралары орындалған болып есептеледі.

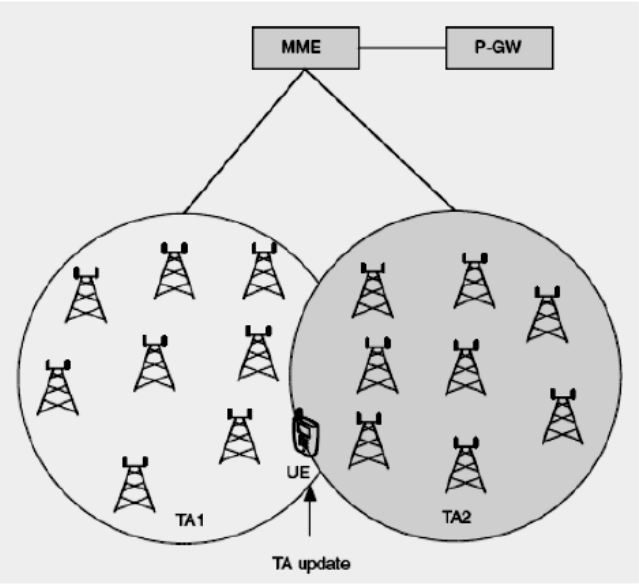
Хэндоверді дайындау және орындау барысында БС1 және БС2 базалық станциялары арасында туннелдер орналастырылуы мүмкін: біріншісі - кірістік бағыттағы деректерді тарату үшін, екіншісі - шығыстық бағыттағы деректерді тарату үшін орналастырылады. Бұл буферлердің толып кетуі кезінде көлемді дестелердің берілуімен қамтамасыздандыру үшн жасалады[12].

Жоғарыда аталып өткендей, хэндовер процедураларын орындау кезінде абонентке уақытша C-RNTI сәйкестендіргіші орнатылады. Осыған ұқсас сәйкестендіргіштер абонентке, пайдаланушыға және желілік қондырғыларға радиоқолжетімділік желісімен және де басзалық желімен байланысты әртүрлі басқа да процедураларды жүзеге асыру кезінде қосылады.

Осылайша TPC (Transmit Power Control) басқару механизмдерінде нақты кірістік PUSCH және PUCH арнадары бойынша сәйкес келетін TPC-PUSCH и TPC-PUCCH сәйкестендіргіштері пайдаланылады.

МББ жаһандық сәйкестендірілуі үшін GUMMEI (Globally Unique MME Identity) сәйкестендіргіші пайдаланылады мобильдік байланыс желісінің өзінің сәйкестендіргішінен МББ блоктары тобының құпия сөздерін және МББ өзіндік құпия сөзін қосу арқылы құрастырылады.

LTE ұялы желілердің жаһандық сәйкестендірілуі желілік сәйкестендіргішке жергілікті (яғни, бір желінің аясында қолданылатын) ұялы CI (Cell Identity) сәйкестендіргішін қосу арқылы құрылатын, ECGI (E-UTRAN Cell Global Identifier) жаһандық ұялы сәйкестендіргіші арқылы жүзеге асырылады. Осыған ұқсас түрде базалық станциялардың жаһандық сәйкестендірілуі жүзеге асырылады [13].



1.12 Сурет – Қадағалау аймағы

Күту жағдайындағы ПТ мобильділігін басқару үшін, бірнеше базалық станциялардың аумағы жабатын аудан ретіндегі қадағалау аймағы (TA, Tracking Area) деген түсінік енгізіледі (1.12-суретте көрсетілген).

Әрбір қадағалау аймағымен сәйкес келетін TAI (Tracking Area Identity) сәйкестендіргіші байланыстырылған. Пт біруақытта бірнеше қадағалау аймағында тіркелуі мүмкін, себебі, орналасу орнының тұрақты түрде жаңартылуының қажеттілігі болмағандықтан, ол жоғары мобильділік жағдайы кезінде энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді [14].

1.4 LTE желілеріндегі қызметтер

Әртүрлі сипаттағы қызметтерді көп мөлшерін ұсынумен қамтамасыздандыратын жаңа желілік технологияларды дамыту әлемдік телекоммуникациялық қауымдастықтарға байланыс қызметтерінің сапасы туралы мәселелерге және олардың басқару жүйесіне байланыс қызметтерін ұсынатын бәскелестік нарығының тиімді дамуының маңызды факторларының бірі ретінде қарайды.

Байланыс қызметтерінің сапасы (QoS, Quality of Service) түсінігі Халықаралық электрлік байланыс одағының Е.800 нұсқаулығында (жалпы қолданыстағы телефон желілеріне және интегралдық қызмет көрсетудің сандық желілеріне тікелей қатысты) ресми түрде бекітілген және ол байланыс қызметтеріне пайдаланушыларды қанағанттану дәрежесін анықтайтын қызмет көрсету параметрлерінің қосынды әсерлері ретінде түсіндіріледі.[15]

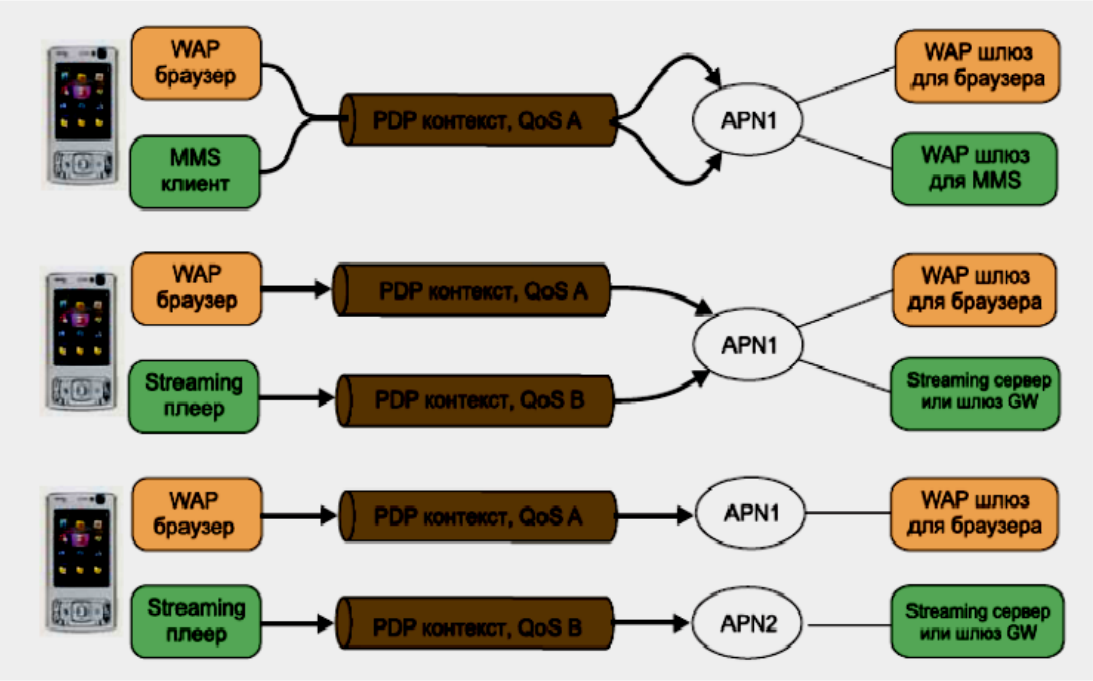
Сапаны басқару жүйесі - орнатылған талаптарға қызметтер сапасының сәйкес келуімен қамтамасыздандыратын параметрлер мен механизмдер жиынтығы. Мұндай жүйені енгізудің мақсаты ұсынылған қызметтерге пайдаланушылардың сұранысын арттыру үшін, пайдаланушының қанағаттану максималдылығы болып табылады.

Мобильді байланыс желілерінде сапаны басқару жүйелерінің дамытуын бастауды деректерді дестелік тарату мүмкіндігі бар, түрлендірілген GSM/GPRS желісіне арналған сәйкес келетін Rel’97/98 релизі шыққан уақыт 1997жылға сәйкес болады. Қызметтер сапасымен қамтамасыздандыру негізінде пайдаланушының қазіргі жағдайын сипаттайтын параметрлер жиынтығынан немесе мүмкін болатын қызметтер мен олардың ұсынылу тәсілдеріне қатынасы бойынша терминал жиынынан тұратын PDP-мәнмәтіні (PDP, Packet Data Protocol) түсінігі жатыр. ПТ мен әртүрлі желілік байланыс орталықтары арасында IP-пакеттерді тура немесе кері бағыттарды таратуға арналған логикалық байланысты құру мақсатында орнатылған базалық желі мен ПТ жалғанулары кезінде PDP-мәнмәтінінің іске қосылу процесі орын алады[16].

Бастапқыда, Rel’97/98 сәйкес бір терминалға бір PDP-адрес үшін бір PDP-мәнмәтінін пайдалануға рұқсат етілген. Ары қарай 3-буын мобильдік желілерінің тұжырымдамаларын дайындау кезінде жаңа талаптарды қолдауға арналған, нақты айтсақ қызмет көрсету сапасының өзіндік бейімделулері бар,

бір PDP-адрес үшін бірнеше PDP-мәнмәтінін пайдалану мүмкіндігі бар, PDP-мәнмәтінінің жаңа тұжырымдамасы жетілдірілді. Онымен қоса, PDP адреске сәйкес келетін бірінші ашылған PDP-мәнмәтіні, бірінші мәнмәтін деп аталады, ал келесі сол PDP-адрес үшін ашылған PDP-мәнмәтіндері — екінші реттік мәнмәтіндер деп аталады. Алайда, екінші реттік PDP-мәнмәтіндерін пайдалану олардың APN желісінің қолжетімділік нүктесімен бірінші реттік PDP-мәнмәтіні байланысты болуын талап етеді [17].

Мұндай басқару құрылымын тұрғызудың негізгі идеясы – қызмет көрсету сапасын PDP-мәнмәтіні параметрлерімен сәйкес келуіне түрлендіру. Осы себептен, бір ғана PDP-мәнмәтінін пайдаланатын барлық абонент қосымшалары қызмет көрсету сапасының біртекті бейнесіне ие болады. Біртекті сипаттамаларға ие бірнеше ағындар қызмет көрсету сапасының жинақталған пішінін тудырады. QoS талаптарына сәйкес таратылатын дестелердің сараланған өңделуіне бір ПТ үшін біруақытта бірінші реттік және де екінші реттік мәнмәтіндер де іске қосылуы керек. PDP-мәнмәтіндерін құрудың нұсқаларының мысалдары 1.13 суретте көрсетілген.



1.13 Сурет - Әртүрлі PDP-мәнмәтіндерін ұйымдастыру нұсқалары

Пайдаланушылық қызметтері нарығын жетілдіру ең алдымен дестелік режимде ұсынылатын қызметтерді арттырумен байланысты. Онымен қоса, аталып өткендей, үшінші және төртінші буындардағы мобильді желілерде қызметтерді тарату, оның ішінде арнаның коммутациялық негіздегі тілдік байланыс нақты түрде болмайды; тілдің дестетік таратылуының жүзеге асырылуы (Voice over IP) VoIP немесе PoC (Push-to-talk over Cellular) технологияларында негізделеді.

Тілдің дестетік таратылуымен қатар негізгі қызметтер ретінде келесілер қарастырылады:

- ғаламторлық файлдардың таратылуы (web-browsing);
- электрондық почтаның жеткізуі;
- мультимедиялық хабарламалар (MMS, Multimedia Messaging Service), оның ішінде мультимедиялық хабар тарату бар;
- ағындық бейне (streaming);
- нақты уақыттағы интерактивті ойындар;

Жоғарыда аталған мобильді байланыс желілеріндегі дестетік қызметтердің ұйымдастырылуының бірнеше аспектілерін қарастырамыз. Сонымен қатар, қызмет көрсету сапасының сипаттамаларын келесі талдаулары мақсатында желілік элементтерге қызмет ұсыну процедураларының әртүрлі құрауыштарының байланыстарын көрсету маңызд.[18].

2 WCDMA параметрлерін есептеу

2.1 UMTS қабылдағышының сезгіштігін есептеу

Радиожелілерді есептеу міндеті – бұл максималды рұқсат етілген шығындарды бағалау. Рұқсат етілген шығындардың мәнін біліп және таратудың сәйкес келуін тарату үлгісін пайдаланып ұялы желінің радиусын есептеуге болады. Радиожелілерді есептеу кезінде антенналар параметрлері, кабельдердегі шығындар, тіркелудің пайдасы, тоқтап қалу қорлары және т.с.с. ескеріледі. Есептеудің нәтижесі максималды рұқсат етілген шығындар болып табылады.

Есептеуде пайдаланылатын негізгі параметрлер: E_b/N_0 – биттің орташа энергиясының шудың спектрлік тығыздығына қатынасы. Талап етілетін E_b/N_0 мәні сервис түріне, абоненттің қозғалыс жылдамдығына және радиоарнаға байланысты болады. Қабылдағыштың кірісіндегі минималды рұқсат етілген сигнал деңгейі талап етілетін E_b/N_0мәні қондырғының сипаттамасы болып табылады, және ол әртүрлі өндірушілердің қондырғылары үшін әртүрлі болады, сондай-ақ ол құрылғыларының күрделілігінің айырмашылықтарына байланысты базалық және мобильдік станциялардың қабылдағыштары үшін әртүрлі болады. Алайда, талап етілетін қатынастың E_b/N_0мәні әртүрлі типтегі радиоарнадар үшін 3GPP арналымдарымен анықталады. WCDMA BTS қондырғысының параметрлері ескерілетін осы талаптар 3.1 – кестеде келтірілген.[19]

Талап етілетін E_b/N_0мәні тәуелді болады:

- қызметтер түріне (жіберу жылдамдығы, BER, BLER қойылатын талаптар, арнаның кодтау әдісі);
- радиоарналарға (абоненттің қозғалыс жылдамдығы, жиілігі, көп сәулелілік);
- жалғану түріне (жұмсақ хэндовер, шашыратылған қабылдау, қуаттың жылдам басқарылуын пайдалану).

Талап етілетін E_b/N_0мәні сервис түріне, абоненттің қозғалыс жылдамдығына және радиоарнаға байланысты болады.

Қабылдағыштың кірісіндегі минималды рұқсат етілген сигнал деңгейі талап етілетін E_b/N_0 мәніне, пайдаланушының деректерді тарату жылдамдығына, кедергілер деңгейіне байланысты болады. Кедергілер әртүрлі көздерден пайда болуы мүмкін: қызмет көрсететін желінің абоненттері, басқа желілер қызмет көрсететін абоненттер, сондай-ақ, диапазонда әрекет ететін пайдаланылатын жиіліктік арнаны құратын басқа да көздер.

2.1 Кесте – Әртүрлі түрлер үшін E_b/N_0мәні

Жоғары жүрісті Желі	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ
Серивис типі	Телефония	64 кбит/с	144кбит/с	384кбит/с
Жылдамдық	3км/с			
	120км/с			
	4,4	2	1,4	1,7
	5,4	2,9	2,4	2,9
Төменгі жүрісті желі	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ
Сервис типі	Телефония	64кбит/с	144кбит/с	384кбит/с
Жалдамдық	3км/с			
	120км/с			
	7,9	5	4,7	4,8
	7,4	4,5	4,2	4,3

Қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың минималды рұқсат етілген келесідей анықталады:

$$\text{Р}_{\text{кб}}(\text{дБмВт}) = \text{Р}_{\text{ш}}(\text{дБмВт}) + (E_b/N_{0\ \text{те}}(\text{дБ}) - G_{\text{өңд}}(\text{дБ})). \qquad (2.1)$$

мұндағы (E_b/N_0) – талап етілетін E_b/N_0мәні; $\text{G}_{\text{өңд}}$ – өңдеуден болған мпайда;

$\text{Р}_{\text{ш}}$ – қабылдағыштың өзіндік шуының қуаты.

Есептеуде қолданылатын негізгі парметрлер:

E_b/N_0 – биттің орташа энергиясының шудың спектрлік тығыздығына қатынасы.

Талап етілетін E_b/N_0мәні сервис түріне, абоненттің қозғалыс

Қабылдағыштың өзіндік шуларының қуаты:

$$\text{Р}_{\text{ш}} = N + \text{К}_{\text{ш}}\ (\text{дБмВТ}). \qquad (2.2)$$

мұндағы N – қабылдағыштағы жылулық шудың қуаты, дБмВт;

$\text{К}_{\text{ш}}$ – қабылдағыштың шу коэффициенті (дБ).

$$N = k \cdot T \cdot B \qquad (2.3)$$

мұндағы k – Больцман тұрақтысы (1,38·10-23 Дж/К);

Т – өткізгіш температурасы.

Қабылдағыштағы жылу шуының қуаты сүзгінің өткізгіштік аймағына байланысты. UMTS үшін келісілген сүзгінің аймағын 3.84 МГц тең деп алуға болады.

$P_{кб}$(дБмВт) қабылдағышының сезгіштігін анықтау, егер өткізгіштің температурасы Т°, желінің түрі (DL, UL), қабылдағыштың шу коэффициенті Кш (дБ), қабылдағыш сүзгісінің келісілген аймағы В (МГц), биттің орта энергиясы мен шудың спектрлі тығыздығының қатынасы E_b/N_0 (дБ), жөндеуден ұту Gжөн (дБ) белгілі болса. Төменде бастапқы дерекері көрсетілген.

2.2 Кесте – Бастапқы деректер

Бастапқы деректер	Мәні	Бастапқы деректер	Мәні
E_b/N_0, дБ	4,5	E_b/N_0, дБ	2,9
Желінің түрі	DL	$10^6 \cdot R_{чип}$, чип/с	0,64
$К_ш$, дБ	7	$R_{пайд}$, кбит/с	64
$273^0 + T^0$	18	$273^0 + T^0$	18
В, МГц	4,18	В, МГц	0,64
Gжөн, дБ	4,6	$К_ш$,, дБ	2,7
$L_{фидер}$, дБ	2,4	Н	0,6
$G_{бс}$, дБ	17	$P_{мс}$, дБмВт	18
L_{ff}, дБ	3	$G_{мс}$, дБ	0
E_b/N_0, дБ	4,3	$L_{дене}$, дБ	2
$10^6 \cdot R_{чип}$,, чип/с	0,64	G_{HO}, (дБ)	2,5
$R_{пайд}$, кбит/с	64	L_{ff},, (дБ)	2.8
273°+Т°	28	$L_{дене}$, (дБ)	2
В, МГц	0,64	$G_{мс}$, (дБ)	0
$К_ш$, дБ	6	$P_{бс}$, дБ	35
Н	0,6	Lфидер, дБ	2,4
Жүйенің кескіндемесі	TDD20 МГц	$G_{бс}$, дБ	17
Желі	DL	Ұялылар саны	1500
Кадрлардың ұзақтылық қатынасы, Т%	74 %	Орташа өткізгіштік қасиеті БС, N, Мбит/с	75,04
Спектрлі тиімділік,	1,69	ND, күн	28
Қабылдаудың орташа жиілігі,f,МГц	890	$Т_{аб}$, Гбайт/месяц	26
Қабылдағыштың шығысында сигнал/шу қатынасы, (S/N)шығ, дБ	11	Есептеу үшін ұсынылатын, кедергінің деңгейі (кедергілік жағдайдың көрсеткіші), $Е_{кедер}$, мкВ/м	1,49

2.2 Кестенің жалғасы

Қабылдағыштың сезіштігі, $\gamma_{ПР}$, мкВ	0,25	Желінің түрі	DL
Жиіліктің дивиациясы, Δf, кГц	5	NBH	20
$G_{ПР}$, дБ	7	БС антеннансының бағытталған әрекетінің коэффициенті, $D_{ПР}$,	3,1
Кабелдерде өшу, $(\alpha \cdot l)_{ПР}$, дБ	4	Параметрлері	TDD 2МГц
Дуплексті сүзгідегі өшу, $\alpha_{ДУ}$, дБ	1	Желінің түрі	DL
Бөлу құралында күшейту коэффициенті, $G_{УР}$, дБ	2,3	P_{EIRP}, (дБ)	68
L_{RxF}, (дБ	0,5	Н	0,9
M_{Build}, (дБ)	8	S_{Rx}, (дБ)	92
M_{Shade}, (дБ)	8,7	G_{RxA}, (дБ)	7

Шешімі:
Қызмет – телефония, абонеттің жылдамдығы – 3 км/сағ.
Бастапқы деректерден анықтаймыз E_b/N_0, = 4,5 дБ.

$$N = k \cdot T \cdot B = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 291 \cdot 4.18 \cdot 10^6 = 1.68 \cdot 10 - 14\text{Вт},$$
$$N = 10 \cdot \log\left(1.68 \cdot 10 - \frac{14}{0.001}\right) = -107.7 \text{ дБмВт}.$$

Қабылдағыштың өзіндік шуының қуаты:

$$\text{Р}_{ш} = N + \text{К}_{ш} = -107{,}7 + 7 = -100{,}7 \text{ дБ}.$$

Қабылдағыштың сезгіштігі:

$$\text{Р}_{кб} = -100.7 + 4.5 - 4.6 = -100.8 \text{ дБ}.$$

2.2 WCDMA желісінің рұқсат етілген максималды шығындарының есебі

Максималды рұқсат етілген шығындар:

$$L_{MARL} = P_{EIRP} - S_{Rx} + G_{RxA} - L_{RxF} - M_{Build} - M_{Int} - M_{Shade} + G_{HO} \quad (2.4)$$

мұндағы PEIRP – ЭИБҚ таратқышы, дБ;
S_{Rx} – қабылдағыштың сезгіштігі, дБ;
G_{RxA} – антеннаның күшейткіш коэффициенті, дБ;

L_{RxF} – беріліс жолындағы шығындар, дБ;
M_{Build} – мекемеге ену қоры, дБ;
M_{Int} – ішкі жүйелі кедергілердің қоры, дБ;
M_{Shade}– көлеңкелеу қоры , дБ;
G_{HO} – хендоверден ұтыс, дБ.

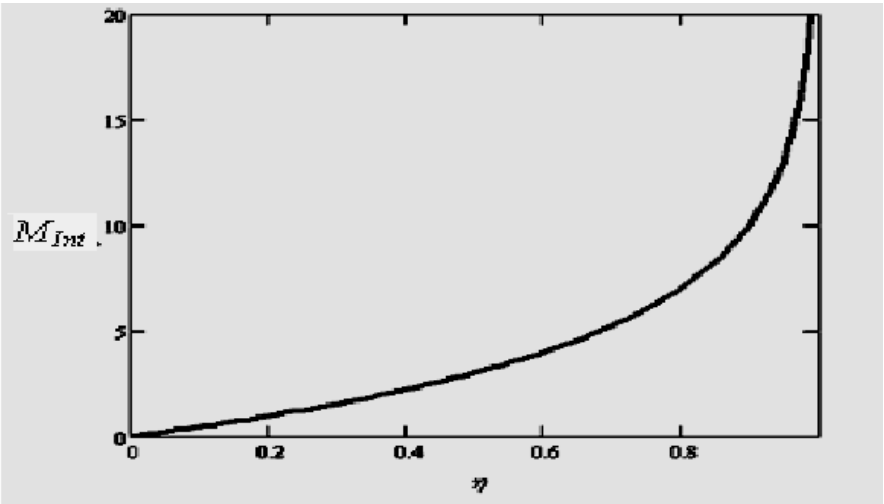
Есептеу кезінде, қабылдағыштың кірісінде қуаттың өсуін сипаттайтын ішкі жүйелі кедергілер қорының шамалары пайдаланылады. Есептеу үшін, ішкі жүйелі кедергілердің қоры мынаған тең деп алады:

$$M_{Int} = -10 \cdot log10(1 - \eta). \quad (2.5)$$

мұндағы η – ұялының бәсеңдейтін немесе жоғарылататын желісінің салыстырмалы жүктемесі.

Байқалып тұрғандай, ішкі жүйелі кедергілердің қорлары, бұл ұшық жүктемесінің атқармасы, ұялыда рұқсат етілген жүктемесі көп болған сайын, қордың үлкен шамасын ескеру қажет. Жүктеме 100% дейін өскен кезде, кедергілердің қорлары шексіздікке ұмтылады және ұялыға қызмет ететін аймақ нөлге дейін төмендейді.

Бұл шама мәнінің ұялы жүктемесіне тәуелділігі 3.1 суретте көрсетілген.



2.1 Сурет – Ұялының салыстырмалы жүктемесінің мәнінен ішкі жүйелі кедергілер қорының мәніне тәуелділігі

Жұмсақ хэндовермен егер мобильдік станция минимум екі ұялымен бір уақытта қосылған жағдайда орынға ие болады. Егер, бұл екі ұялы екі басқа базалық станцияларға (eNodeB) тиесілі болса, онда екі кіріс арналарының қосылуы радио байланыстың контроллерімен (RNC) жүзеге асырылады. Егерде, ұялы тек бір базалық станцияға жататын болса, онда сигналдардың қосылуы базалық станциямен жүзеге асырылады. Төмендеткіш желілерге екі арналардың қосылулары RAKE-мобильді станцияның қабылдағыштарымен тиімді бірігу амалымен жүзеге асырылады. Таратылған қабылдау амалы ретінде қарастыруға болады, яғни әртүрлі арналардың сигналдарын пайдалану

кезінде олардың салмақтың коэффициенттерін ескеру бойынша біріктіріледі, ал әрбір арнадағы күшейту коэффициенттері сигналдың қуатының орташа квадраттың мәндеріне тікелей пропорционалды және осы арнадағы шу қуатының орташа квадраттық мәндеріне кері пропорционалды.

Тиімді бірігу кезінде шығыстағы сигнал/шу қатынасы максималды. Жұмсақ хэндоверден ұтыс макро таратылған қабылдау есебінен жеткізіледі, сәйкесінше көлеңкелі аймақтар мен тоқтаулардың жағымсыз әсерлері азаяды. Шынайы желіде, көптеген ұялының қызмет ету аймағы қиылысады. Ұялы шекарасында мобильдік станция қазіргі уақытта қолжетімді жақсы ұялыны таңдай алады, яғни мобильдік станция бір байланыспен шектелмеген. Бұл, тоқтаулардағы қорлар радио желісінің бюджетін есептеу кезінде төмендеуі мүмкіндігіне, E_b/N_0 талап ететін шаманың азаюына әкеліп соқтырады. Жұмсақ хэндоверден ұтыс радио толқындарының таралу шартына байланысты. Қалада, сигналдың тоқтап қалуы қалыпты жағдай болғандықтан, әртүрлі қорек көздерінен келетін, сиганлдар арасында корреляция аз, яғни жұмсақ хэндоверді пайдалану ұтысының нәтижесі өседі. Ұтыстың шамасы 2-5 дБ аралығында өзгеруі мүмкін. Радио толқындардың бюджетін есептеу үшін ұтыстың әдеттегі шамасы 2-3 дБ құрайды.

Көп сәулеленуге негізделген, жылдам тоқтаулар кезінде тұрақты қабылдағыштың шығысында, E_b/N_0 қажетті шаманы қолдау үшін, UMTS қуаты тез басқару алгоритмі енгізілген, тоқтаудың тереңдігі 30 дБ дейін жетуі мүмкін. Қуатпен тез басқару, әсіресе қозғалыс жылдамдығы аз абонеттер үшін маңызды, яғни олар терең тоқтаулар үшін тез арада өздерінің жағдайларын өзгерте алмайды. Ұялының шекарасында, мобильді станцияның таратқышының қуаты максималды, осылайша, тез тоқтаулардың өтемақысы үшін қуатпен басқару қоры қалмайды.

Бұл үдерісті есептеулерде ескеру үшін, тез тоқтаулардың қорының шамасын береміз. Тез тоқтаудың шамасы абонеттің жылдамдығына байланысты. Шаманың абонеттің жылдамдығына тәуелді әдеттегі мәндері 3.2 кестеде көрсетілген.

2.3 Кесте – Тез тоқтау қоры шамасының әдеттегі мәндері

Абонент типі, қозғалу жылдамдығы	Тез тоқтаулардың қорының шамасы
Төменгі жылдамдық (3 км/сағ)	3-5 дБ
Орташа жылдамдық (50 км/сағ)	1-2 дБ
Жоғарғы жылдамдық (120 км/сағ)	0.1 дБ

WCDMA желісінде L_{MARL}максималды рұқсат етілген шығындарын есептеу, егер P_{EIRP} (дБ) – таратқышының ЭИБҚ, S_{Rx} – қабылдағыштың сезгіштігі (дБ), G_{RxA} – антеннаның күшейткіш коэффициенті (дБ), L_{RxF} – беріліс жолындағы шығындар (дБ), M_{Build} – мекемеге ену қоры (дБ), M_{Shade} – көлеңкелеу қоры (дБ), G_{HO} – хэндовердан ұтысы, η – ұялының жүктемесі анық болса.

M_{Int} кедергісіне қорды есептейміз, (дБ):

$$M_{Int} = -10 \cdot log10(1-\eta) = -10 \cdot \lg(1-\eta) = 10\text{дБ}.$$

Рұқсат етілген максималды шығындар:

$$L_{MARL} = 68 + 92 + 17 - 0.58 - 10 - 8.7 + 2.5 = 152.3 \text{ дБ}.$$

2.3 Жоғарылатқыш желінің есебі (UL) WCDMA

Жоғарылатқыш желінің есебі (UL) бірнеше кезеңдерден тұрады:

- базалық станцияның қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты;
- қабылданатын сигналдың қажет ететін қуатын анықтау;
- мобильдік станцияның тиімді сәулеленетін қуатының есебі;
- рұқсат етілген максималды шығындарды анықтау.

2.3.1 Базалық станцияның қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты

БС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты (3.1) формуладан анықталады:

$$P_{\text{қббс}}(\text{дБмВт}) = \text{Р}_{\text{ш}}(\text{дБмВт}) + E_b/N_0)_{\text{қаж}}(\text{дБ}) - G_{\text{жөн}}(\text{дБ})$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{\text{қаж}}$ – қажет ететін шама E_b/N_0;

$G_{\text{жөн}}$ – жөндеуден ұтыс;

$\text{Р}_{\text{ш}}$ – қабылдағыштың өзіндік шуының қуаты.

Анализ үшін қондырғының БС Nokia Flexi WCDMA BTS түрі таңдалынды. Бұл базаның қабылдағыштың шу коэффициенті 3 дБ кем емес. Есептеу үшін $\text{К}_{\text{ш}}$=3 дБ деп аламыз.

БС қабылдағышының шуының қуаты (2.2) формуладан:

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}}(\text{дБмВт}).$$

Абонеттің жылдамдығы 3 км/с кезінде қызмет көрсетудің берілген түрі үшін 1,7 дБ құрайтын қабылдағыштың шығысындағы E_b/N_0 рұқсат етілген минималды шама.

Жөндеуден ұтыстың құрайтыны:

$$G_{\text{жөн}} = 10 \cdot \log(R_{\text{чип}}/R_{\text{пайд}}), \quad (2.6)$$

мұндағы $R_{\text{чип}}$ –UMTS стандартының чиптік жылдамдығы, чип/с,

$R_{\text{пайд}}$ – пайдаланушының мәліметтерді жіберу жылдамдығы, кбит/с.

Сонымен қатар ішкі жүйелі кедергілер мен жұмсақ хэндовердің есебінен болатын ұтыстарды да ескеру қажет. Ұтыстың шамасын G_{xo}=2 дБ тең деп аламыз. Ішкі жүйелі кедергілер қорының шамасы. Бастапқы есептер үшін ұялының салыстырмалы жүктемесінің шамасын 50% тең деп қабылдаймыз. ұялының салыстырмалы жүктемесінің рұқсат етілген шамасы 50% деп есептелінеді.

Ішкі жүйелі кедергілердің қоры мынаған тең:

$$M_{Int} = -10 \cdot log10(1 - \eta)$$

Жоғарыда көрсетілген факторларды ескергенде, БС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды шама төмендегіге тең:

$$P_{\text{қббс}}(\text{дБмВт}) = \text{Р}_{\text{ш}}(\text{дБмВт}) + (E_b/N_0)_{\text{қаж}}(\text{дБ}) - G_{\text{жөн}}(\text{дБ}) + L_{\text{п}} - G_{xo}(\text{дБмВт}) \quad (2.7)$$

Егер өткізгіштің температурасы Т°, желінің түрі (DL, UL), қабылдағыштың шу коэффициенті $K_{\text{ш}}$ (дБ), қабылдағыш сүзгісінің келісілген аймағы В (МГц), шудың спектрлі тығыздығының қатынасы E_b/N_0 (дБ), чиптік жылдамдық $R_{\text{чип}}$ (чип/с), ұялының жүкетемесі - η белгілі болса, UMTS базалық станцияның қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды қуатты есептеу керек.

Қабылдағыштағы жылу шуының қуаты:

$$N = 1.38 \cdot 10 - 23 \cdot 291 \cdot 0.64 \cdot 106 = 2.5 \cdot 10^{-15}\text{Вт},$$

$$N = 10 \cdot \lg\left(2.5 \cdot 10^{-\frac{15}{0.001}}\right) = -116\text{дБмВт}.$$

БС қабылдағышы шуының қуаты (3.2) формуладан:

$$\text{Р}_{\text{ш}} = -116 + 2{,}7 = -113{,}3 \text{ дБмВт}.$$

Жөндеу ұтыстың құрайтыны:

$$G_{\text{жөн}} = 10 \cdot log\left(\frac{R_{\text{чип}}}{R_{\text{пайд}}}\right) = 10\log\left(0.64 \cdot \frac{106}{64} \cdot 103\right) = 70\text{дБ}.$$

Ішкі жүйелі кедергінің қоры мынаған тең:

$$M_{Int} = -10 \cdot log10(1 - 0{,}6) = 4 \text{ дБ}.$$

БС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты мынаған тең:

$P_{\text{қббс}} = \text{Р}_{\text{ш}} + (E_b/N_0)_{\text{қаж}} - G_{\text{жөн}} + L_{\text{п}} - G_{xo} = -113{,}3 + 2{,}9 - 70 + 3 - -2 = -179{,}4$дБмВт

2.3.2 Қабылданатын сигналдың қуатын анықтау

Қабылданатыун сигналдың қа жет ететін қуатын мына өрнекпен анықталады:

$$\text{Р}_{\text{қб}} = \text{Р}_{\text{қббс}} + L_{\text{бер.жол}} - G_{\text{бс}} + L_{ff},$$

мұндағы $L_{\text{бер.жол}}$ – беріліс жолындағы шығындар, дБ. Ережеге сай, беріліс жолының ұзындығы мен түрі былай анықталады, ондағы өшу шамасы 3 дБ көп болмауы керек;

$G_{\text{бс}}$ – базалық станция антеннасының күшейткіш коэффициенті, дБ.;

L_{ff} – тез тоқтау қоры, дБ.

Егер беріліс жолындағы шығындар $L_{\text{бер.жол}}$ (дБ), базалық станция антеннасының күшейткіш коэффициенті $G_{\text{бс}}$ (дБ), тез тоқтау қоры L_{ff} (дБ) анық болса қабылданатын сигналдың қажет ететін қуатын анықтау.

$\text{Р}_{\text{қб}} = \text{Р}_{\text{қббс}} + L_{\text{бер.жол}} - G_{\text{бс}} + L_{ff} = -179.4 + 2.4 - 17 + 3 = -191$ дБмВт.

2.3.3 Мобильдік станцияның тиімді сәулеленетін қуатының есебі

Мобильдік станцияның тиімді сәулеленетін қуаты мына өрнекпен анықталады:

$$P_{\text{сқМС}} = P_{\text{МС}} + G_{\text{бс}} - L_{\text{дене}} \qquad (2.8)$$

мұндағы $P_{\text{МС}}$ – мобильдік станцияның таратқышының қуаты. Есептеу үшін стандартпен анықталған мобильдік станцияның минималды қуаты алынды (жіктелім 4 – 21 дБмВт);

$G_{\text{бс}}$ – базалық станция антеннасының күшейткіш коэффициенті, 0 дБ деп қабылдаймыз;

$L_{\text{дене}}$ – абонет денесіндегі өшу шығындары. $L_{\text{дене}}$ есептеулер үшін 3 дБ тең деп қабылдаймыз. Ескеретін жағдай, денедегі өшу шығындары, тек қызметтің дыбыстық түрі үшін ескеріледі, және мәліметтерді жіберу қызметі үшін ескерілуі мүмкін емес.

Егер мобильдік станцияның таратқышының қуаты $P_{\text{МС}}$(дБмВт), базалық станция антеннасының күшейткіш коэффициенті $G_{\text{бс}}$(дБ), абонент денесіндегі өшу шығындары $L_{\text{дене}}$(дБ) мәлім болса, UMTS мобильдік станцияның тиімді сәулеленетін қуатын есептеу.

$P_{\text{сқМС}} = 18 + 0 - 2 = 16$(дБмВт).

2.3.4 Рұқсат етілген максималды шығындарды анықтау

Трассадағы рұқсат етілген максималды шығындар тең болады:

$$L = P_{сқМС} - \text{Р}_{\text{қб}} = 16 + 191 = 207 \quad (2.9)$$

2.4 Төмендеткіш радио желісінің есебі (DL) WCDMA

Бұл еептеулерде де бірнеше кезеңдер жүзеге асырылады:

- МС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигнал қуатының есебі;
- қабылданатын сигналдың қажет ететін қуатын анықтау;
- базалық станцияның тиімді сәулеленетін қуатын есептеу;
- трассада рұқсат етілген шығындарды анықтау.

2.4.1 МС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигнал қуатын анықтау

МС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигнал қуаты (БС өрнегі сияқты) ұқсас өрнекпен анықталады:

$$P_{\text{қбмс}} = \text{Р}_{\text{ш}} + (E_b/N_0)_{\text{қаж}} - G_{\text{жөн}}$$

Мобильдік станцияның қабылдағышы БС қабылдағышына қарағанда қарапайым, онда қарапайым құрауыштар қолданылады, сәйкесінше, оның шу коэффициенті жоғары. МС қабылдағышының стандартты шу коэффициенті <9 дБ ие болуы тиіс. Есептеулер үшін $К_{ш}$ = 8 дБ деп қабылдаймыз.

МС қабылдағышының өзіндік шуының қуаты:

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}}(\text{дБмВт})$$

Жұмсақ хэндоверден ұтысыты және ішкі жүйелік кедергідерді қорды есептеген кездегі МС қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты мынаған тең:

$$P_{\text{қбмс}} = \text{Р}_{\text{ш}} + (E_b/N_0)_{\text{қаж}} - G_{\text{жөн}} + L_{\text{к}} - G_{xo}$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{\text{қаж}}$–E_b/N_0 рұқсат етілген минималды шамасы, қабылдағыштың шығысында қызметтің бұл түрі үшін абоненттік жылдамдығы 3 км/с кезінде 4.8 дБ құрайды.

$G_{\text{жөн}} = 10 \cdot \log(R_{\text{чип}}/R_{\text{пайд}})$;

$R_{\text{чип}}$ –UMTS стандартының чиптік жылдамдығы, чип/с;

$R_{\text{пайд}}$ – пайдаланушылардың мәліметтерді жіберу жылдамдығы, кбит/с;

$L_{\text{к}}$ – ішкі жүйелік кедергілер қоры. Төмен жүрісті желідегі ұящық жоғары жүрісті желідегідей жүктелген деп қабылдаймыз, $L_{\text{к}}$ = 3 дБ;

G_{xo} – жұмасақ хэндовер есебінен ұтыс, дБ.

Егер өткізгіштің температурасы Т°, қабылдағыштың шу коэффициенті Кш (дБ), қабылдағыш сұзгісінің келісілген аймағы В (МГц), шудың спектрлі тығыздығына биттің орташа энергиясының тығыздығы E_b/N_0 (дБ), чиптік жылдамдық $R_{\text{чип}}$ (чип/с), пайдаланушылардың мәліметтерді беру жылдамдығы $R_{\text{пайд}}$ (кбит/с), ұялының жүктемесі - η белгілі болған кезде, МС қабылдағышының шығысында рұқсат етілген минималды сигналдың қуатын анықтау.

Мс қабылдағышының өзіндік шуының қуаты:

$$P_{\text{ш}} = -115.7 + 6 = -109.7 \text{ дБмВт}.$$

Жұмсақ хэндоверден ұтысты және ішкі жүйелік кедергі қорын есептегенде МС қабылдағышының шығысындағы рұұсат етілген минималды сигналдың қуаты мынаған тең:

$$P_{\text{қбмс}} = \text{P}_{\text{ш}} + (E_b/N_0)_{\text{қаж}} - G_{\text{жөн}} + L_{\text{к}} - G_{xo} = -109.7 + 4.3 - 70 + 3 - -2 = -179.9 \text{ дБмВт}$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{\text{қаж}}$ – E_b/N_0 рұқсат етілген минималды шамасы, қабылдағыштың шығысында қызметтің бұл түрі үшін абоненттік жылдамдығы 3 км/с кезінде 4.8 дБ құрайды;

$$G_{\text{жөн}} = 10 \cdot \log\left(\frac{R_{\text{чип}}}{R_{\text{пайд}}}\right) = 10 \cdot \log\left(0.64 \cdot \frac{106}{64} \cdot 103\right) = 70 \text{ дБ}.$$

2.4.2 Қабылданатын сигналдың қажет ететін қуатын анықтау

Қабылданатын сигналдың қажет ететін қуаты мына өрнекпен анықталады:

$$\text{P}_{\text{қб}} = \text{P}_{\text{қбМС}} + L_{\text{дене}} - G_{\text{МС}} + L_{ff}$$

мұндағы $L_{\text{дене}}$ – абонент денесіндегі өшу коэффициентінің шығыны. Мәліметтерді беру қызметі үшін $L_{\text{дене}}$=0;

$G_{\text{МС}}$ – мобильдік станцияның антеннасын күйшейткіш коэффициент, дБ. $G_{\text{МС}}$ шамасы 0 дБ тең деп қабылданады;

L_{ff} – тез тоқтау қоры, дБ.

Егер тез тоқтау қоры L_{ff} (дБ), мобильдік станция антеннасының күшейткіш коэффициенті $G_{\text{МС}}$ (дБ), абонент денесінде өшу шығыны $L_{\text{дене}}$ (дБ) белгілі болса, төмендеткіш желі үшін $\text{P}_{\text{қб}}$ қабылданатын сигналдың қажет ететін қуатын анықтау.

$$\text{P}_{\text{қб}} = -179{,}9 + 2 - 0 + 2{,}8 = -175{,}1 \text{ дБмВт}$$

2.4.3 Базалық станцияның тиімді сәулелену қуатының есебі

БС тиімді сәулелену қуаты:

$$P_{\text{сқБС}} = P_{\text{БС}} + G_{\text{БС}} - L_{\text{бер.жол}}\text{, дБмВт}$$

мұндағы $P_{\text{БС}}$ – кодты арнаға базалық станция таратқышының қуаты, дБ;

$G_{\text{БС}}$ – базалық станция антеннасының күйшейткіш коэффициенті, дБ;

$L_{\text{бер.жол}}$– беріліс жолының өшуімен негізделген шығындар, дБ.

Егер кодты арнаға базалық станция таратқышының қуаты $P_{\text{БС}}$ (дБ), базалық станция антеннасының күйшейткіш коэффициенті $G_{\text{БС}}$ (дБ), беріліс жолының өшуімен негізделген шығындар $L_{\text{бер.жол}}$ (дБ) белгілі болса, БС дан $P_{\text{БС}}$ тиімді сәулелену қутын анықтау.

$$P_{\text{сқБС}} = 35 + 17 - 2.4 = 49.6 \text{ дБмВт.}$$

2.4.4 Трассада рұқсат етілген шығындардың есебі

Трассада рұқсат етілген шығындар:

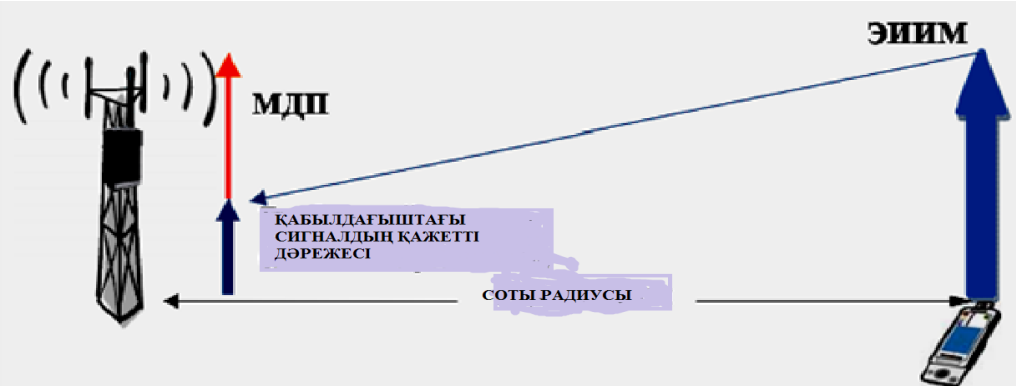
$$L = P_{\text{сқБС}} - P_{\text{БС}} - M_{Build}\text{, дБ}$$

мұндағы M_{Build} – мекемеге ену қоры, дБ.

Егер M_{Build} – мекемеге ену қоры, дБ белгілі болса, UMTS төмендетілген желінің трассада рұқсат етілген шығындарын анықтау.

$$L = 49.6 + 175.1 + 12 = 236.7\text{дБ}$$

2.5 LTE радио желісінің жобалануы және есебі. LTE желісі үшін энергетикалық бюджеттің есебі



2.2 Сурет – Энергетикалық бюджет есебінің ұстанымы

2600 МГц диапазонында жұмыс істейтін, жиілікті және уақыттық дуплексімен LTE жүйесі үшін энергетикалық бюджет есебінің мысалдарын қарастырамыз. Сонымен бірге уақыттық дуплекс жүйесі үшін кадрдың 1 және 2 кескіндемелі екі нұсқасын қарастырамыз, арнайы субкадрдың үлгісі – 7. Барлық жүйелер үшін жүйелік аймақ 20 МГц тең деп қарастырылады, яғни FDD жағдайы үшін жүйелік аймақ 10 МГц бойынша жоғарғы желі (UL) және төменгі желі (DL) деп екі арнаға бөлінеді, ал TDD жағдайында 20 МГц барлық аймақ UL секілді, DL да пайдаланылатын болады.

БС қарастырамыз, әрбір сектордың Рж-блогы екі қабылдағыш-таратқыштармен жабдықталған, таратқыштардың шығыстық қуаты 20 Вт (43 дБм). Рж блогі антеннаға тікелей жақын орналастырылады. Базалық станция төменгі желіде кросс-поляризацияланған антеннаны қолданумен MIMO 2x2 режімінде жұмыс жасайды. Демек энергетикалық бюджет ұялының шетінде абонеттік станциялар (АС) үшін есептелетіндіктен, яғни төменгі сигнал/шу қатынасымен (СШҚ) БСдан сигналды қабылдайды, сонда БС тарату берілістері режімінде сиганлады осы АС береді. Екі таратқыштардың қуат сигналын біріктіру есебінде кеңістікте энергетикалық ұтысты (3 дБ) алуға болады. АС ретінде USB-модем қарастырылады, жіктелім 3 – ЭИБҚ 23 дБм.

Эквивалентті изотропты бөлінетін қуат:

$$\text{ЭИБҚ} = P_{TX} + G_{TxDiv} + G_{TxA} - L_{TxF} \tag{2.10}$$

мұндағы P_{TX} – таратқыштың шығыс қуаты, дБм;

G_{TxDiv} – таратқыштардың қуатын біріктіреуден ұтыс, дБ;

G_{TxA} – антеннаның күшейткіш коэффициенті, дБи;

L_{TxF} – беріліс жолындағы шығындар, дБ.

Базалық немесе абонеттік станцияның ЭИБҚ есептеу, LTE қондырғысының параметрлері мен ұялы байланыстың жоғарылатқыш немесе төмендеткіш желілерінің тәуелділімен жүргізіледі.

$$\text{ЭИБҚ} = 43 + 2.9 + 20 + 0.36 = 65.54$$

2.6 LTE желісінің сыйымдылық бағасы

Желінің сыйымдылығын, немесе өткізгіштік қасиетін, нақты жағдайларда ұялының спектрлі тиімділігінің орташа мәндіріне негізделіп бағаланады. 2 кестеде сценарий 1 (сайттар арасындағы қашықтық 500 м), және сценарий 3 (сайтар арасындағы қашықтық 1732 м) сияқты 3GPP айрықшаландырылған, екі жағдай үшін макро желіде LTE FDD ұялының орташа спектрлі тиімділігінің мәндері келтірілген. Арнаның аймағы 10 МГц (дуплексте 10 + 10 МГц), мекемеге ену шығыны кезінде 20 дБ, ұялыда ортамен 10 белсенді пайдаланушылар кезіндегі екі жағдайда да 2 ГГц диапозон үшін сипаттамалары бағаланды.

2.4 Кесте – Макро желінің орташа спректрлі тиімділігі

Сызық	MIMO сұлбасы	Орташа спектральды тиімділігі, бит/с/Гц	
		Сценарий 1	Сценарий 3
UL	1 x 2	0.735	0.681
	1 x 4	1.103	1.038
DL	2 x 2	1.69	1.56
	4 x 2	1.87	1.85
	4 x 4	2.67	2.41

Алдыңғы бөлімде қарастырылған, үш кескіндемелі желі үшін өткізгіштік қасиетіне есептік мысал келтіреміз, сондай-ақ ұялылар мөлшері бойынша ең жақын, сценарий 1 (сайттар арасындағы қашықтық 500 м) үшін спектрлі тиімділіктің шамаларын қолданатын боламыз.

FDD жүйесі үшін ұялының орташа өткізгіштік қасиеті спектрлі тиімділікке арнаның енін көбейту жолымен алынуы мүмкін.

TDD жүйесі үшін спектрлі тиімділікті FDD жүйесіне ұқсас мәндермен алуға болады, ал өткізгіштік қасиеттерін есептеу кезінде жоғары немес төмен жүлісінде кадрдың ұзақтылық үлесін ескеру қажет.

Кадрдың кескіндемесі 1 кезінде төменгі желіде ұялының орташа өткізгіштік қасиетін есептейміз:

$$R_{TDD} = S_{FDDavarege} \cdot W \cdot T = 1.69 \cdot 20000 \cdot 0.54 = 1.25 \text{ Мбит/с}$$

мұндағы $S_{FDDavarege}$ – орташа спектрлік тиімділік,

W – арнаның ені,

T% - жоғары немесе төмен желідегі кадрдың ұзақтылық үлесі.

Егер желінің түрі мен кескіндемесі, жоғары және төмен желіде кадрдың ұзақтылық үлесі, T%, $S_{FDDavarege}$ орташа спектрлі тиімділік, арнаның ені W белгілі болса, базалық станцияның үшінші кескіндемесінің $R_{\text{БС3}}$ орташа өткізгіштік қасиетін және R_{TDD} ұялының орташа өткізгіштік қасиетін есептеу. Арнаның ені W жүйенің кескіндемесінен алынады. Мысалы, F_{DDW} үшін = 20 МГц.

$$R_{TDD} = S_{FDDavarege} \cdot W \cdot T = 1.69 \cdot 20000 \cdot 0.74 = 25 \text{ Мбит/с}$$

Егер аймақтар жұбы 10+10 МГц бар кезінде және ұялы бөліктерін қайта қолдану кезінде N, мегаполистің LTE F_{DD} R_{NW} (Мбит/с) желісінің сыйымдылығын есептеу. БС орташа өткізгіштік қасиеті, N, Мбит/с.

Абонеттерге бағытталған бұндай желілердің сыйымдылығы немесе жалпы өткізгіштік қасиеті мынаны құрайды.

$$R_{NW} = R_{\text{БС}} \cdot N = 75.04 \cdot 1500 = 112560 \text{ Мбит/с}.$$

ЕЖЖУ R_{BH}(МБит/с) абонеттердің орташаландырылған трафигін есептеу, егер берілген болса: $T_{аб}$, Гбайт/ай – абонеттер трафигі, N_{BH} - күніне ЧЧН саны; N_D - айдағы күндердің саны.

$$T_{аб} = 26\frac{Гбайт}{ай}\ ;\ N_{BH} = 20;\ N_D = 28;$$

$$R_{BH} = T_{аб} \cdot \frac{8}{N_{BH}} \cdot N_D = 26 \cdot \frac{8}{20} \cdot 28 = 0.37\frac{Мбит}{с}.$$

Алдыңғы тапсырманың нәтижелерін қолдана отырып, ЕЖЖУ R_{DL} (Мбит/с), DL (желі төмен) абонеттердің орташаландырылған трафигін анықтау (Мбит/с), егер R_{BH} мәлім болса – ЕЖЖУ-да абонеттердің орташаландырылған трафигі (мәліметтер алдыңғы тапсырмалардан алынады), МБит/с; S_{DL} – DL трафик үлесі, %.

$$R_{BH} = 0.37\frac{Мбит}{с};\ S_{DL} = 90\%;$$

$$R_{DL} = R_{BH} \cdot S_{DL} = 0.37 \cdot 0.9 = 0.33\frac{Мбит}{с}$$

$N_{аб}$ абонеттерінің санын анықтау, егер жалпы өткізгіштік қасиеті R_{NW} болса, Мбит/с; ЕЖЖУ R_{DL} -да DL абонеттің орташаландырылған трафигі, Мбит/с.

$$R_{NW} = 112560\frac{Мбит}{с};\ R_{DL} = 0.33\frac{Мбит}{с};$$

$$N_{аб} = \frac{R_{NW}}{R_{DL}} = \frac{122560}{0,33} = 341090\ аб.$$

2.5 Кесте– LTE желісінің сыйымдылықтары есебінің нәтижесі

Абонеттер трафигі, Гбайт/ай	$T_{аб}$	26
Күніне ЧЧН саны	N_{BH}	20
Айдағы күндердің саны	N_D	28
ЕЖЖУ-да абонеттердің орташаландырылған трафигі	R_{BH}	0,37
DL трафик үлесі, %	S_{DL}	90
ЕЖЖУ DL (желі төмен) абонеттердің орташаландырылған трафигін анықтау , (Мбит/с)	R_{DL}	0,33
Желідегі барлық трафик, Гбит/с	R_{NW}	112560
Абоненттер саны	$N_{аб}$	341090

Ұялы байланысының базалық станция (БС) қабылдағышының жалпы шудың деңгейін анықтау.

БС антенналы-беріліс жолының қабылдауындағы сигналдың өшуі:

$$\alpha_{АТБқб} = \alpha_{ДУ} + (\alpha \cdot 1)_{қб} - G_{бқ}, дБ,$$

мұндағы $\alpha_{ДУ}$ – дуплексті сүзгідегі өшулер, дБ;

$(\alpha \cdot 1)_{қб}$ – кабелдергі өшулер, дБ;

$G_{бқ}$ – бөліну құрылғысын ұлғайту коэффициенті, дБ.

$\alpha_{АТБқб} = 1 + 4 - 2.3 = 2.7$ дБ

БС қабылдағыш антеннаның антенналы-беріліс жолының ПӘК:

$\eta_{АТБқб} = 10^{-0,1} \cdot \alpha_{АТБқб} = 10^{-0,1} \cdot 2,7 = 0,537$

БС антеннасының қолданыстағы ұзындығы:

$$l = \frac{\lambda_{АС}}{2\pi}\sqrt{\frac{1.64 \cdot G_{қб} \cdot \eta_{АТБқб}}{120}},$$

мұндағы $\lambda_{АС}$ = c/f = 3 · 108/890 · 106 = 0,337 (м) – қабылдау толқынының ұзындығы БС;

$G_{қб}$ = 100,1 · $G_{қб}$ (дБ) = 100,1·7 = 5 – БС қабылданатын антеннаның қуатын ұлғайтқыш коэффициенті, сал.бір;

$W_{ПР}$ – БС антенді-беріліс жолының толқындық кедергісі, Ом.

$l = \frac{0,337}{2\pi}\sqrt{\frac{1.64 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 50 \cdot 0,537}{120}} = 0,072$ (м).

Шығыстағы берілген қатынасқа сай, қабылдағыштың шығысындағы сагнал/шу қатынасы:

$$(\frac{S}{N})_{КР} = \frac{(\frac{S}{N})_{ШЫҒ} \cdot F_{max}}{\Delta f \cdot \sqrt{3}},$$

мұндағы $(\frac{S}{N})_{ШЫҒ}$қабылдағыштың шығысындағы сигнал/шу қатынасы, сал.бір;

F_{max}=3,4 – модуляцияның максималды дыбыстық жиілігі, кГц;

Δf – жиілік девиациясы, кГц.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}} = \frac{3{,}54 \cdot 3{,}4}{5 \cdot \sqrt{3}} = 1{,}389\ (\text{сал. бір}),$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}} = 20lg\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}} = 20 \cdot \lg(1.389) = 2.79(\text{дБ}).$$

Ретрансляция қорын есептеу қажеттілігіне байланысты, $\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}}$ (дБ) шамасын 8 дБ кем қабылдауға болмайды (2,51 сал.бір.).

Қабылдағыштың кірісінде келтірілген, өзіндік шулардың деңгейі:

$$U_{\text{Шқб}} = \frac{\gamma_{\text{қб}}}{\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}}} = \frac{0.25}{2.79} = 0.089\ (B),$$

мұндағы $\gamma_{\text{қб}}$ – қабылдағыштардың сезгіштігі, мкВ;

$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{КР}}$ – қабылдағыштың шығысындағы сиганл/шу қатынасы, сал.бір.

Қабылдау нүктелерінде келтірілген, қабылдағыштың өзіндік шуының деңгейі:

$$N_{\text{ӨЗШқб}} = \frac{0.089}{0.072} = 1.236\ \left(\frac{\text{мкВ}}{\text{м}}\right).$$

Қабылдау нүктесінде ішкі шулардың деңгейі:

$$N_{\text{ІШШқб}} = \frac{\text{Е}_{\text{кедер}}}{\sqrt{D_{\text{қб}}}}\ \left(\frac{\text{мкВ}}{\text{м}}\right),$$

мұндағы $\text{Е}_{\text{кедер}}$ – есепке ұсынылған, кедергілердің деңгейі (кедергілі жағдайдың көрсеткіштері), мкВ/м;

$D_{\text{қб}} = 10^{0.1 \cdot D_{\text{қб}}} = 10^{0.1 \cdot 3.1} = 2.041$–БС антенналық жүйенің бағытталған әрекетінің коэффициенті, сал.бір.

$$N_{\text{ІШШқб}} = \frac{1.49}{\sqrt{2.04}} = 1.043\left(\frac{\text{мкВ}}{\text{м}}\right).$$

Қабылдау нүктесінде соммаланған шудың деңгейі:

$$N_{\sum \text{Ш}} = 10\lg\left(N_{\text{ӨЗШқб}}{}^2 + N_{\text{ІШШқб}}{}^2\right) = 10\lg(1.236^2 + 1.043^2) = 4.16\ \text{дБ}.$$

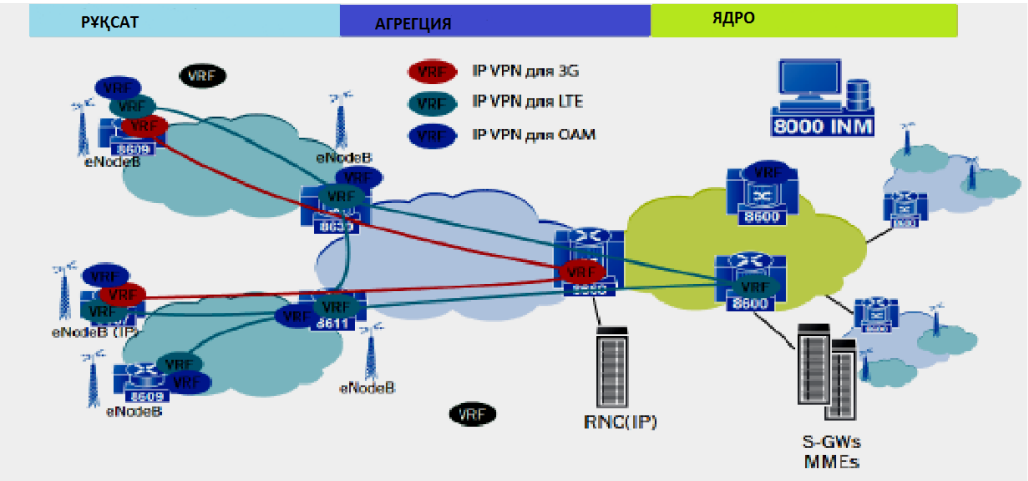
3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

3.1 Қызмет көрсетуші қызметкердің еңбек шартының талдауы

Дипломның бұл бөлігінің мақсаты eNodeB базасындағы LTE желісін жобалау болып табылады. Окумур-Хат әдісімен жабуды есептеу негізінде БС аппаратында 87 қажетті базалық станция анықталды. LTE желісі 4 буынның базалық станциясынан тұрады, ол SDH, PDH немесе DWDM оптикалық-шықты желі немесе цифрлық радиорелелік қондырғы арқылы MSC 2G, AGQ 4G коммутатор ұқсастығымен қосылады.

Жүйенің жеке блоктары ретіндегі контроллерды шығару инновациялық жоспарына сай, бірақ олардың түзілген базалық станцияда қолданылуында токтық деген контроллерды ескеру қажеттілігі жоғалады. Соның нәтижесінде, базалық станцияның аппаратында келесі қондырғылар табылады: BTS 2G буыны, RNC 3G буыны, eNodeB 4G буыны, мультиплексорлар SDH, PDH,DWDM, алдыңғы буынның BSC контроллер, қорек блогы, діңгек қорегі, аккумуляторлық батарея, дизель-генератор(электрді жиі өшіру орны), кросс-коннекторлар, салқындатқыштар, өрт қауіпсіздігі құралдары.

LTE сымсыз ұялы желіні жасау үшін қондырғыны жасаушы Alcatel-Lucent компаниясы, сымсыз телекоммуникациялық желіні жасаудағы алдыңғы қатарлы компания, сонымен қатар өнімнің орташа бағалық саясатында ерекшеленеді.



3.1 Сурет – eNodeB 8600 базалық станцияны құру архитектурасы

3.1 кестеде Alcatel-Lucent компаниясының базалық станциясының техникалық сипаттамалары көрсетілген.

Ғимарат үстінде 80 метрлік діңгек орналасқан, оның әсерінен найзағай апаты үлкен қаупі бар, құрылғы шу көзі болып табылады. Түзеткіштерді, қорек блогы және басқа да бөліктерді ауыстыруда қолдану бөлімінің инженерлері қорек көзінен 40-60 В қорек алатын оқшауланбаған бөліктерге қол тигізуі мүмкін. Сондықтан құрамына аппараттық айналасындағы қорғаныс жерлендірудің жөнделуі, найзағайдан қорғау, оқшауламаның дұрыстығын тұрақты түрде тексеру, потенциалдарды түзету, қорғаныс кілемінің, бетінің,

қолғаптық диэлектрлік толықтығын кіргізетін электрлік қорғаныспен қамтамасыз ету қажеттілігі қажет болады

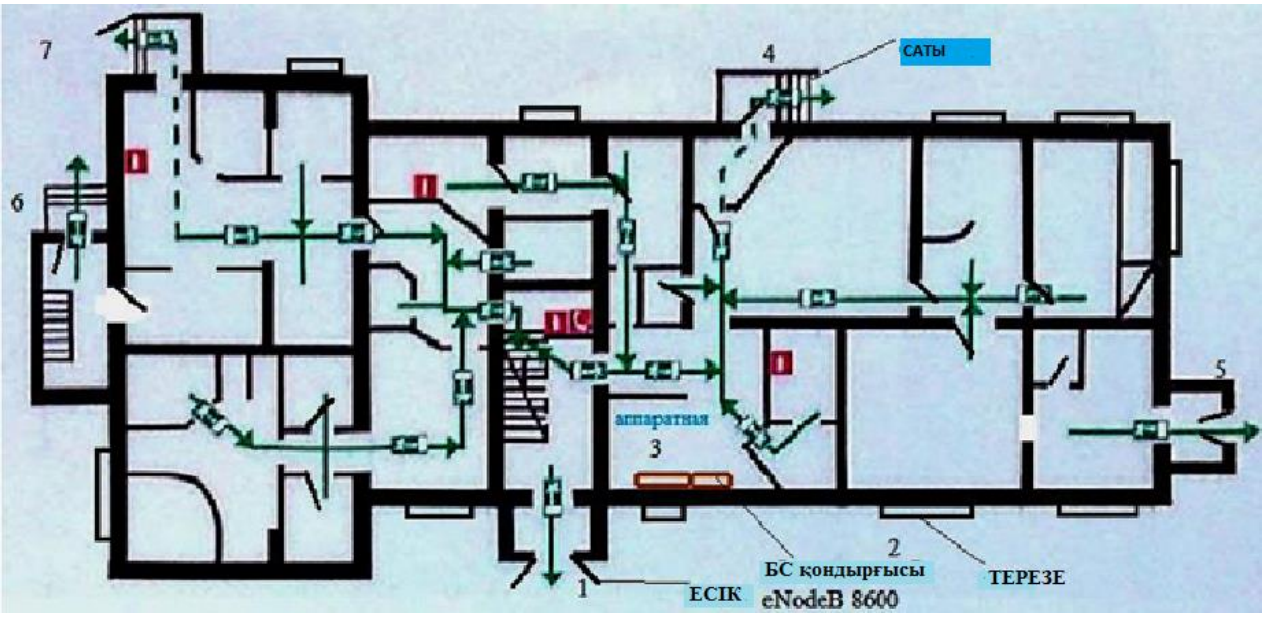
3.1 Кесте – eNodeB 8600 базалық станцияның техникалық сипаттамалары

Аталуы	Мағынасы
Жиіліктік диапазон	698…716 МГц UL 728…746 МГц DL
Арнаның ені	20 МГц
Базалық станция-кернеу қорек	-48В +24В тұрақты токта
Жұмыс температурасы диапазоны	-5^0C 65^0C дейін
Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы	+8%...+100%
Модуляция	OFDMA DL, SC-FDMA UL (QAM-64DL, QAM-16UL)
Желіге қосылудың жалпы интерфейсі	2 порт Gigabit Ethernet
Діріл және соққыға тұрақтылық	ETS 300 019-1-3 сай 3M5 классы
Жабу радиусы	3,5 км (Окумура -Хата үлгісі бойынша)
Сот конфигурациясы	6 секторға дейін
Базалық станцияның жіберу мүмкіндігі	Пиктік L1 өткізу мүмкіндігі172,8 Мбит/с на DL и 115 Мбит/с на UL
Абоненттің максималды саны	1800 қосулы RRC eNodeB
MIMO конфигурациясы	2x2
Ресурстық блоктың саны	100 (әр біреуі 180 КГц)
БС сезімталдығы	-122 дБ
Таратқыш антеннаның көтерілуі	16 дБ

Берілген құрылғы 2,5x2,5x3 (м) аппараттық өлшемді ғимаратта 40-60 В кернеуде орнатылған .

Антенналық жүйенің бар болуынан қызмет көрсетуші қызметкерге әсер ететін электромагниттік толқындардың әсері болуы мүмкін. Халықаралық жіктелуге сай, базалық станцияның антенналарымен зерттелетін (ЭМӨ) электромагниттік өрістің антропогендік көздері 2 топқа жатады, ол дегеніміз 30кГЦ 300ГГЦ радиожиіліктік диапазонындағы таратқышты генерациялайтын көздер.

Базалық станциялардың арасындағы ақпаратпен алмасу радиорелелік байланыс бойынша жүзеге асырылады. Базалық станциялар 450-1800 Мгц жиілікте ұялы телефондарды қамтамасыз етеді. Шығыс қуаты ол жұмыс жасайтын жиілікпен басқарылады



1 – есік (негізгі кіріс); 2 – терезе; 3 – қондырғы бс eNodeB; 4 – саты; 5 – көмекші кіріс; 6 – көмекші қосымша кіріс; 7 – абонент үшін қосымша кіріс.

3.1 Сурет – Аппараттықта қондырғыны орналастыру жобасы

3.2 Электромагниттік қауіпсіздікті қамтуды есептеу

ЭМӨ табиғи көздеріне жердің электрлік және магниттік өрістері жатады, сонымен бірге ғарыштық көздермен (күн, ғаламшар және т.б) генерацияланатын радио толқындар, немесе жер атмосферасында болатын кейбір процесстер кезінде (мысалаы, найзағай разряды).

Халықаралық жіктелуге сай, электромагниттік өрістің антропогендік көздері 2 топқа – көздер, 30 кГц до 300 ГГЦ радио жиіліктік диапазондағы генерациялық таратқыш жатады, сонымен бірге микро толқындар (СВЧ – сәулелендіру) 300 МГц до 300 ГГц диапазонында.

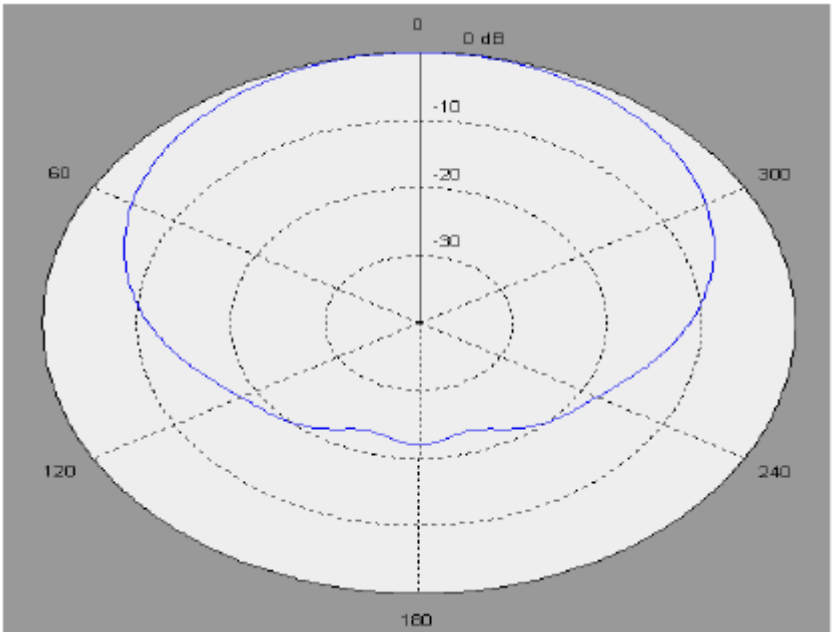
Негізге құрамды функционалдық таратқыш құрайды, ол дегеніміз ЭМП көздері ақпаратты беру немесе алу мақсатында, бақылаушы түрде оны қоршаған ортаға сәулелендіреді. Олардан басқа, екінші топқа түрлі технологиялық қондырғылар (50Гц-1МГц), медициналық терапевтік және диагностикалық қондырғылар (20МГц-3ГГц), электронды- сәулелік торға ақпараттың визуалдық көрінісі (ДК мониторы, теледидарлар және басқа.).

Қазіргі кездегі радиобайланыс жұмыс жасайтын электромагниттік өрістің микротолқынды диапазоны 450 МГц—2 ГГц шегінде жатыр. Мұндай өрістер, ионизациялаушы сәулелендіруге(гамма, рентген сәулелеру, қысқа толқынды ультрафиолет) қарағанда, олардың қуатынан тәуелсіз ионизация шақыра алмайды және организмде екіншілік радиоактивтілік болмайды.

Базалық станцияның орнатылған антеннасында оның айналасында санитарлық зона болады, оның шектерінде сәулелендірудің қосынды қуаты санитарлық нормамен орнатылған шектік ұйғарынды деңгейден аспайды.Санитарлық зонаға кірмейтін базалық станцияның антеннаны орнату орны соғұрлым қауіпсіз болады. Осыдан, ғимараттан санитарлық зонаны алу

үшін, онда антенналық жүйе орналасады (үш антеннаға дейін), соңғысын ғимарат төбесінен 1-2 м асатын немесе ғимарат қабырғасының шетіне (тек бір жеке антеннаны) мұнараға орналастырады.

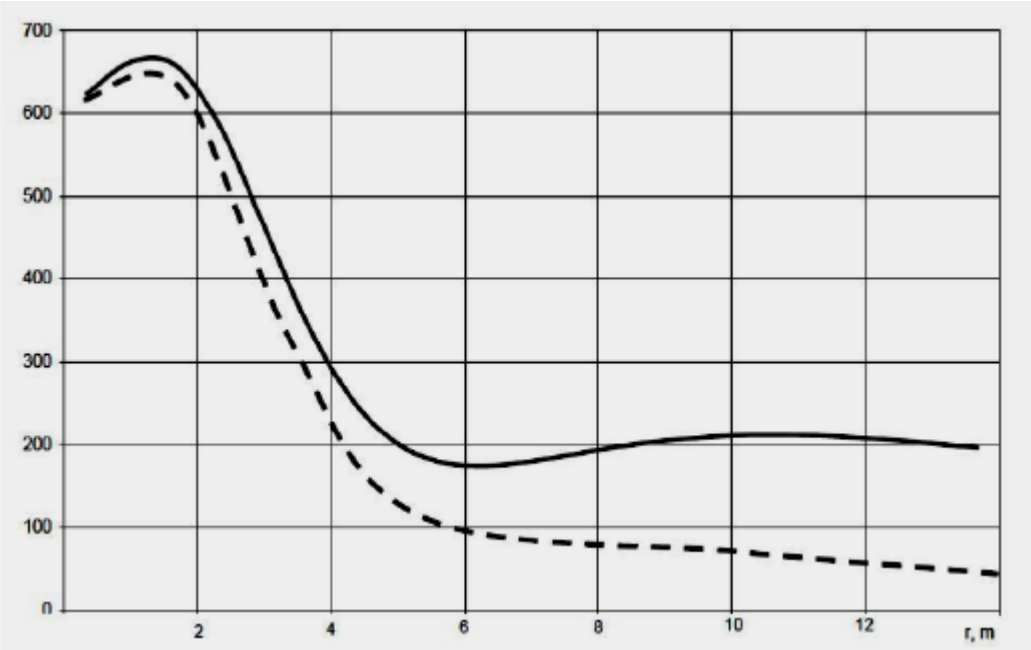
Жалпы қолданыстағы мобильдік радиобайланыс жүйесінің базалық станцияның антеннасы ретінде көбінесе бірнеше секторлық антеннадан тұратын жүйе қолданылады.



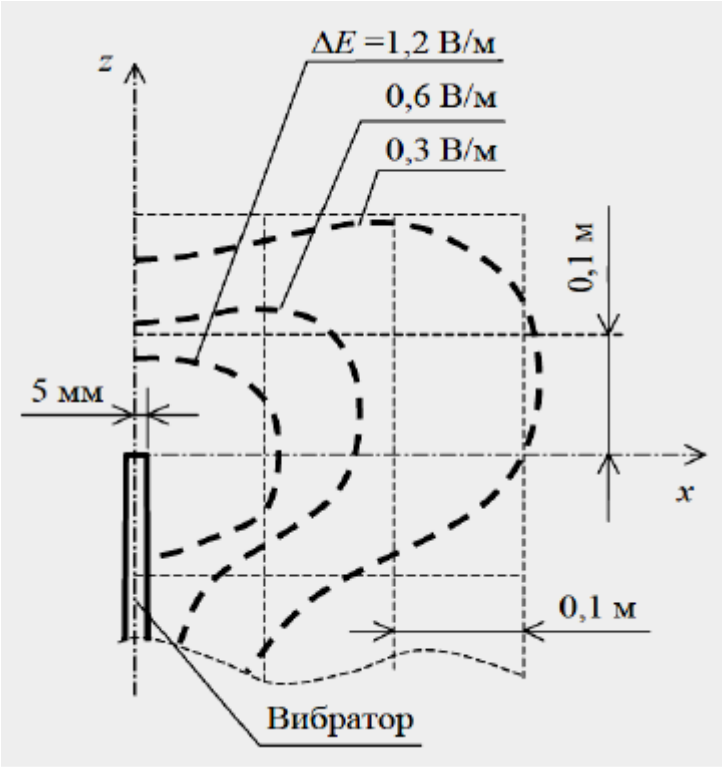
3.2 Сурет – 120 жұмыс секторлы ұялы байланыс жүйесінің базалық станциясының секторлық антеннаның көлденең қабаттағы бағытының диаграммасы

Базалық станцияның антеннасының төменгі бөлігі ғимараттың металлдық төбесінен 2 м жоғары орналасқан.Есептеулер оның әсерін ескерусіз төбе бетінен 2 м биіктікте және төбеде қалыпты беттің болуы шартында орындалды. Таңдалған биіктікте өріс кернеулігі және энергия ағыны тығыздығы (ЭАТ) есептеу максималдық сәулелену (ϕ= 0) бағытында және и ϕ= 600 бағытында орындалды.

Мнохроматты электр өрісінің эенргетикалық эквивалентті сигналының кернеулігінің есептеу нәтижесінде және ЭАТ сәйкесінше 3.3 және 3.4 суретте көрсетілген.



3.3 Сурет – LTE стандартты ұялы байланыстың базалық станциясының 120 жұмыс секторлы жақын секторлы антеннаның монохроматты электрлік өрістің (ЭАТ) эенргия ағынының тығыздығын тарату



3.4 Сурет –сигналды жіберуде ΔE түзету өлшемін тарату

ГОСТ 12.1.006-84 сәйкесінше, 300 МГц – 300 ГГц жиілік диапазонында электромагниттік өтімділіктің (ЭМӨ) интенсивтілігі (ЭАТ) энергия ағынының беттік тығыздық қабатымен сипатталады, энергетикалық жүктеме оның әсер ету уақытында өріс энергия ағынының тығыздығын көрсетеді:

$$ЭЖ_{ЭАТ} = ЭАТ \cdot Т \quad (3.1)$$

ЭМӨ деңгейін жұмыс орнында 300 Мгц – 300 ГГц жиілік диапазонында ЭМӨ сәулелену орнына қызметкердің келу уақытымен энергия ағыны тығыздығын өлшеумен бақыланады.

ЭАТ ЭМӨ 300 Мгц – 300 ГГц жиілік диапазонындағы шектік рұқсат етілетін мәндері шамалы энергетикалық жүктемеден шығып және келесі формула бойынша әсер ету уақыты бойынша анықтау керек :

$$ЭАТ_{ШР} = К \cdot \frac{ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}}{Т} \quad (3.2)$$

мұндағы $ЭАТ_{ШР}$ – энергия ағынының шектік мәні, Вт/м^2 (мВт/см^2, мкВт/см^2);

$ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}$ – энергетикалық жүктеменің шектік мәні , ол тең : 2Вт . ч/м^2 (200 мкВт . ч/см^2);

К – биологиялық активтіліктің әлсіреу коэффициенті, сканерлеуші және айналышу антеннадан сәулеленуді қоспағанда, барлық әсер ету үшін 1 тең

Т – жұмыс ауысымында сәулелену зонасына келу уақыты, сағ.

Барлық жағдайда, $ЭАТ_{ШР}$ максималды мәні 100, Вт/м2 (1000 мкВт/см2) асып кетеді.

(3.5) формуладан, жұмыс ауысымындағы қызметкердің келу уақыты:

$$т = \frac{ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}}{ЭАТ_{ШР}} \quad (3.3)$$

$ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}$ және $ЭАТ_{ШР}$ НН суретіндегі графиктен анықтаймыз:

$ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}$ = 200 мкВт·ч/см^2

$ЭАТ_{ШР}$ = 650 мкВт/см^2 (график бойынша 3.4 суретте)

$$т = \frac{ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}}{ЭАТ_{ШР}} = \frac{200\ мкВт \cdot ч/см^2}{650\ мкВт/см^2} = 0{,}3\ сағ$$

Есептеудің нәтижесінен, базалық станцияда жұмыс жасайтын қызметкердер ауысым барысында тікелей антеннадан жақын 0,3 сағ көп емес уақыт өткізу керек. Антеннамен жұмыс барысында мамандар қауіпсіздік шарттарын қатаң орындау және қорғаныс көзілдірік және қолғап секілді, қорғаныстың арнайы қабаттары болуы керек. Тәжірибиеде монтаждаушы қызмет көрсету және БС қосылмаған жағдайда орнату керек, немесе қорек көзінен 2-10 м аралықта, мұнда ППЭ мәні кәдімгідей төмен.

$$Т = \frac{ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}}}{ЭАТ_{ШР}} = \frac{200\ мкВт{\cdot}ч/см^2}{200\ мкВт/см^2} = 1\ сағ$$

мұндағы $ЭЖ_{ЭАТ_{ШР}} = 200\ мкВт \cdot ч/см^2$;

$ЭАТ_{ШР} = 200\ мкВт/см^2$ (график бойынша 3.7 суретте 10м дейін аралықта).

Есептеу нәтижелерінен шығатыны, қызметкер жұмыс ауысымында 10 м дейін аралықта аппараттық БС орташа 1 сағ өткізе алады.

Ақсуда LTE орнату адам өмірі (әрбір қызметкер) және токтың қаупінен оқшауланбаған бөлікке тигендегі қорғаныста, аппараттық айналсында найзағайдан қорғайтын жерлендіруші контурды орнатқанда, қондырғымен болатын электромагниттік толқыннан инженерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ететін үлкен жауапкершілікті мойнына алады. Электрлік қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін, ғимарат жобасында контур бойынша N=12 электродтар өзара 3 м аралықта орналасады. Қорғаныс жабдықтарының тұтастығына қазіргі заманғы тексеруінде (қолғап, алаша, қаптама), коррозияның болуына қорғаныс контурын тексеруде және оның жаңаға ауыстыру жағдайында, электр қауіпсіздігін білу ережесі, аппараттыққа инженерлердің келуін денсаулық және тіршілік үшін қауіпсіз деп санауға болады.

3.3 Антеннаның жерлендіруін есептеу

Қызмет көрсетуші қызметкерді қорғаудың негізгі әдістері ретінде қорғаныс жерлендіруі қолданылады. Қорғаныс жерлендіруі корпуска жақындаған кезде токпен зақымдану болдырмау үшін және кернеуде қалған қондырғының ток өткізбейтін металлдық бөліктерін қорғау үшін. Қауіпсіздік шарттары бойынша жерлендіру салыстырмалы аз кедергімен болуы керек, оны бір жерлендіргіштің (электрод) геометриялық өлшемін көтеру арқылы қамтуға болады немесе топтық жерлендіргішті өзара параллель жалғанған бірнеше электродты қолдану арқылы.

Қорғаныс жерлендіруі үшін екі электрод түрі қолданылады – өзекті, жерге тік орналасатын, және тілме , түпке көлденең орналастырылады және тік электродтарды өзара байланыстыру үшін.

Жерлендіргішті контурлық орындауда орналастыру мүмкін. Контурлық жерлендіруде жерлендіргіштер жерлендірілетін қондырғының айналасында контур бойынша орналасады.

Жер нүктесінің жерлендіргіштерімен контур айналасының жеткілікті жақын аралықта шамалы бірдей потенциалдарға тең болады, соның арқасында контур ішінде жеке нүктелер арасында потенциалдар айырымы төмендейді, яғни тию кернеуілігі төмендейді және қадам кернеуі.

Есептеу 12*6 м өлшемді ғимарат үшін жүргіземіз. Жерлендіргіш есептеуін алдын ала үлкен R3 токтың ағынының жерлендіргіш кедергісінің мәні бойынша жүргіземіз. Электрқондырғыларының құрылғысы ережесі бойынша біздің ғимарат үшін R3 4 Ом аспауы керек.

Цифрлік коммутациялық жүйе стативке орналастырылады. Статив корпусы болат секциядан өлшеммен орындалған: биіктігі 2130 мм, ені 770 мм, тереңдігі 500 мм. Коммутациялық қондырғы екі қатарға төрт шкаф әр қатарда орналасқан. Жүйе түрлі қорек көздерінен жұмыс істей алады.
Стативке берілетін қорек кернеуі -40,5, -57 вольт аралығында.

Радиорелелік қондырғының жиынтығы қорек көзінен қоректенеді -40 - 54 вольт дейін. Радиорелелік қондырғының жоғары жиілікті бөліктері, қызметкерлерге әсер ететін сәулелену деңгейі нормативті мәннен аспайды (ГОСТ 12.1.006-88 бойынша «Радиожиілікті электромагнитті өріс. Қауіпсіздіктің жалпы тал»птар«").

Қондырғымен жұмыста қызмет көрсетуші қызметкердің тұрақты жиілікті токпен зақымдану қаупі бар. Қорек блогын ауыстыруда, қондырғыда коммутация блогын ауыстыруда, оқшауланбаған электрлік бөлікке кездейсоқ тиюлер мүмкін, олар қоректің кернеуінде (48 – 60 В) аралығында. Бұл кернеу өмір үшін қауіпті. Сондықтан берілген қондырғыны жерлендіру керек.

Станцияның және радиорелелік қондырығының қорегі бір қорек көзінен орындалады. Қорек көзі стативте аккумуляторлық ғимаратта орындалады. Түзеткіштер 380 В үш фазалы айнымалы токтың өнеркәтсіптік көзінен қорек алады. Статив екі түзеткіштен тұрады. Әрбір түзеткіш шығыста мына параметрлерден тұрады: 48 В тұрақты ток кернеуі. Максималды ток 120 А. ГОСТ 12.2007.0 талаптарына сай түзеткіштің металлдық бөліктері оқшауламаның бұзылуында кернеуі қалуы мүмкін болғандықтан, нөлдік қондырғының нөлдік сымымен жалғау қажет.
Еденде түзеткіштер алдында 0,7 м ені резиналы диэлектрлік кілемше және ұзындығы түзеткішке тең қолданылады.

Адамдарды электрлік токпен зақымдау деңгейіне байланысты аккумуляторлы ғимарат өте қауіпті ғимаратқа жатады. Аккумуляторлықта 490 А сыйымдылықты гельдік аккумуляторлық батареяның екі түрі орналасқан. 3.5 суретте аккумуляторлы батареялы тұрыстың сыртқы түрі көрсетілген.

3.5 Сурет – Гельдік аккумуляторлық батарея

Аккумулятордың бұл түрі қолданусыз болады, химиялық актив ортаның бөлінуі жоқ..Аккумуляторлы ғимарат табиғи вентиляциямен жабдықталған. Есептеу біртекті жерде жүргіземіз, мұнда түп ретінде балшық меншікті түп кедергісімен ρ=100 Ом*м

Есептеу формула бойынша жүргіземіз:

$$R_{\text{Т}} = \frac{R_{\text{т}} \cdot R_{\text{к}}}{R_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{к}} + R_{\text{к}} \cdot N_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{т}}} \quad , \tag{3.4}$$

мұндағы $R_{\text{т}}$, $R_{\text{к}}$ – тік және көлденең электродтың ағу кедергісі Ом;

$\eta_{\text{т}}$, $\eta_{\text{к}}$– тік және көлденең электродтың пайдалану коэффициенті;

$N_{\text{т}}$ – тік электродтар саны.

Жерлендіру құрылғысы материалы ретінде дөңгелек қималы білікті жерлендіргіш таңдаймыз, әдетте қабырға қалыңдығындай болат құбыр қолданылады 3.5 мм (құбыр диаметрі 5-6 см) және ұзындығы 2.5 – 3.0 м.

Тік жерлендіргіштің ағу кедергісін формула бойынша анықтаймыз:

$$R_{\text{т}} = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{2L}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+L}{4t-L}\right) \tag{3.5}$$

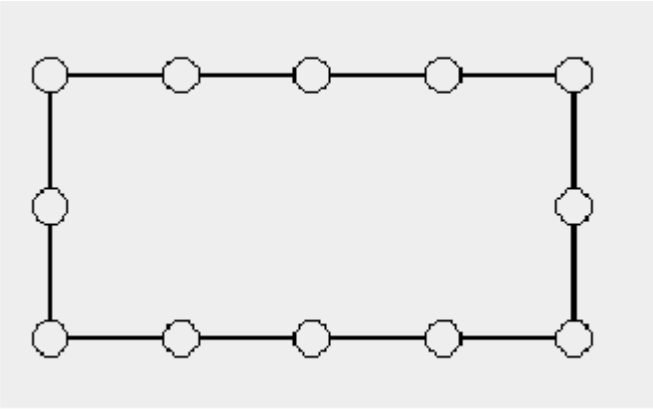
мұндағы L –жерлендіргіш ұзындығы, 3 м тең аламыз;

d – құбыр диаметрі (50мм);

t – жер бетінен тереңдігі (0.8 м).

$$R_{\text{т}} = \frac{100}{2\pi \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 0.8+3}{4 \cdot 0.8-3}\right) = 34.52 \text{ Ом}$$

Ғимарат жобасында контур бойынша орнатамыз: : N=12 электрод өзара 3 м аралықта.



3.6 Сурет – Электродтардың орналасуы

Тік электродтарды байланыстыру үшін, және өздік электрод үшін жолақ болат қолданылады, қимасы 4*12 мм төмен емес.

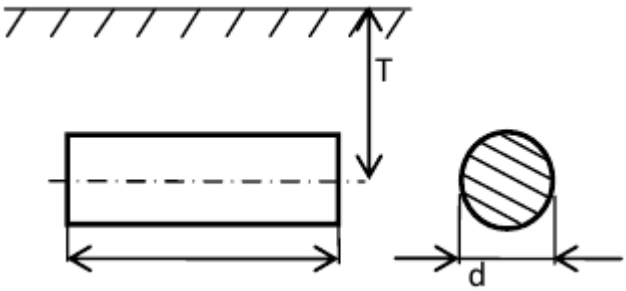
Көлденең жерлендіргіштің токтың ағуының кедергісі (3,6) формула қолданылады.

$$R_{\text{к}} = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{dT} \tag{3.6}$$

Болат жолақ үшін, жерде және тік жерлендіргіштерді қосады.

B=100мм d=0.5b енді жолақ үшін

$$R_{\text{к}} = \frac{100}{2\pi \cdot 120} \ln \frac{120^2}{0.5 \cdot 0.1 \cdot 0.8} = 1.70 \text{ Ом}$$



3.7 Сурет – көлденең жерлендіргіш

Мәндерді формулаға қою арқылы, топтық жерлендіргіш кедергісін табамыз, Ом

$$R_{\text{Т}} = \frac{34{,}52 \cdot 1{,}7}{34{,}52 \cdot 0{,}56 \cdot + 1{,}7 \cdot 12 \cdot 0{,}76} = 1{,}68 \text{ Ом}$$

Қорытынды: Топтық жерлендіргіштің өтетін тогының кедергісі ЭҚЕ ережесі бойынша орнатылған кедергісінен төмен, жерлендіргіш құрылғының қауіпсіздігін көтереді.

Пайдалану процессінде жерлендіргіштің өтетін тогының кедергісінің есептік мәннен көтерілуі мүмкін және жерлендіру сымының тұтастығы.

Көрсетілген қауіпті болдырмау үшін, қорғаныс жерлеуінің элементтері жағдайын және жерлендіру құрылғысының периодты кедергісін қадағалау керек.

4 Бизнес-жоспар

4.1 Төртінші буын желінің техникалық және экономикалық негіздемесі

Оңай емес жағдаймен санасу қажеттігі, нарық ойыншыларын жұмыстың жаңа бағыттырында, тұтынушылар үшін қолжетімді қызмет көрсетулердің сапасын жаңа деңгейге көтеруге және бүгінге дейін нарықта қолданылмаған немесе шектеулі тұтынушылар қауымына ғана колжетімді болған сервистерді ұсынуға көңіл аудартты. Былтыр ұялы байланыс секторы бекітілген сектордан асып түсті.

Қазақстан ұялы байланыс абоненттерінің саны 2005 жылдың өзінде сымдық байланыс абоненттерінен басым болған санаулы мемлекеттерінің бірі: сәйкесінше 3 млн. Аса адамның 2,5 млн. Қатынасын құрады. Аталмыш жағдай кейбір себептердің салдарынан мүмкін болды. Екі негізгі: Қазақстанның спецификалық, географиялық орналасуы және ұялы нарықтың дамуына экономикалық тиімді жағдайлар.

Long Term Evolution Еуропада тарату үшін шығарылған Еуропалық Телекоммуникация Стандарттар Институтының (ETSI) стандарты. Тұтынушылар арасында деректерді жіберу бойынша қызметтер қазіргі заманда бүрын-соңды болмағандай талап етілуде. LTE GPRS және EDGE, сонымен қатар UMTS та бізді жоғары жылдамдықты деректерді жіберу мен сапалы дауыс байланысына жақындатты. Дегенмен, атап айтқанда LTE-бұл ғаламтор негізіндегі әр түрлі қосымшалары бар ұялы ғаламтордың жоғары жылдамдықты деректерді жіберу технологиялары. LTE 4G-дің барлық мультимедиялық қызметтерін қабылдайды. Ұялы абонент үшін радиоарнадағы жіберу жылдамдығы 100Мбит/с жетеді. Бүгінде 4G, елдің қалың көпшілігіне кең жолақты ғаламторды қолдануға мүмкіндік беретін, ең ұтымды шешім болып қалып отыр. Аталмыш технологияның ең басты артықшылығының бірі өндірушілердің, қолданыстағы 2G немесе 3G желілеріне біріктірілетін, және бір уақытта бірнеше стандарттарды ұстап тұратын, LTE қосалқы базалық станцияларды ұсынуда.

Сонымен, жалпы бағада күрделі қаржы шығыны: 912 506 225тг., пайдалану шығысы: 297 809 184, 455, таза табыс: 1 113 451 756, 436 тг. Және өтелімділік уақыты 9,8 ай.

4.2 Өнімнің талдауы

Төртінші буын желінің техникалық және экономикалық негіздемесінің мақсаты, көбінесе Орал қаласының үлгісіндегідей нығайту үшін LTE технологиясын қолдану пайдалылығын зерттеу туралы айтылады. Long Term Evolution (LTE) стандарты көпшілікпен 3G технологиясының кәдімгі кезекті ізбасары ретінде қарастырылады. Аталмыш жағдай, оның жүктеп алуда да, жіберуде де деректерді жіберудің айтарлықтай көп жылдамдыққа дейін UMTS желілерін жаңартуымен жартылай байланысты. Сипаттайтын құжат бойынша жүктеп алудың 100 Мбит/сек деңгейінде, ал жіберудің 50 Мбит/сек деңгейінде

ең жоғарғы жылдамдық көрінеді. Дегенмен, ақиқат өмірдің сынақтамасында деректерді жіберу жылдамдығы жүктеп алуда 5-10 Мбит/сек, ал жіберуде 2-5 Мбит/сек шамасында болатын сияқты.

Технология эфир уақытыныҗ бағасын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.Сонымен, ұялы байланыс операторы дыбыс қызметінен емес, керісінше деректерді жіберуден табыс алады. Аталмыш технологияда қолжетімді болып тұрған дыбыссыз қызметтерді таңдау, қазіргінің өзінде жан-жақты, әрі, өте маңызды болғаны, үнемі кеңеюде. Бүгінгі күнде бұл қор биржасына, күнделікті жаңалықтарға, ауа райы туралы мәліметтерге, өзіңнің орналасын анықтауға (автокөлік жүргізушілері үшін өте өзекті – үлкен қаладағы өзіндік жолнұсқаушы), сонымен қатар, толып жатқан ойын-сауық – веб-серфинг, сұраныс бойынша бейне, электронды ұяшықпен алмасу, бейнеконференциялар, сонымен қоса, бір мезетте бірнеше адам қатыса алатын мобильді ойындарына жету мүмкіндігі.

4.3 Өтім нарығын бағалау

Ұялы байланыс – Қазақстан телекоммуникация нарығының ең серпінді дамыған сегменті. Қазақстандық байланыс операторларының қорытындылары бойынша, ұялы телефония қызметінен шығатын табыс, сонымен қоса дыбыссыз қызметтерді қолдануға беруді қосқанда, барлық телекоммуникацияның сала құрылымынан 55% құрайды.

Мемлекеттің ерекшелігі – компаниялардың жұмысына үлкен территория мен халықтың төмен тығыздығы айқын толықтыруларды еңгізуінде. Осыншама территорияны толығымен ұялы байланыспен қамту айтарлықтай қиын, себебі халық мемлекеттің территориясы бойынша біркелкі орналаспаған, сол себепті компаниялар жергілікті даму бағдарламаларын жетілдіруде.

Бірақ Қазақстанның ұялы телефониясы ең жемісті дамуды көрсетіп жатыр. Біздің мемлекеттің ұялы байланысы 2010 жылдың қорытындысы бойынша – 100 номерге 100 абонент санына жетіп отыр. Ұялы байланыстың абоненттер саны шамамен 15,4 миллион адамға жетіп отыр, бұл өз кезегінде Қазақстанның халық санымен сәйкес келуде. Бірақ аталмыш сан тек сатылған SIM-карталардың санын ғана көрсетіп отыр, ал бір адамда екеу де, үшеу де болуы мүмкін. Сонымен, АИС бағалауы бойынша ұялы байланыс операторларының белсенді абоненттер саны шамамен 11 миллион адамды құрайды.

Көптеген компания-операторлары Қазақстанның ұялы байланыс нарығына шығуға ниет білдіруде, бірақ лицензияны алу өте қиын, сондықтан, менің ойымша ұялы байланыс саласында толық бағалы бәсеке жоқ. Өз арада нарықты бүгінгі заманда төрт оператор бөліп алған: «GSM Қазақстан», «Кар-Тел», «Mobile Telecom Service». Алғашқы үшеуі GSM цифрлы стандартта жұмыс істейді, «Алтел» AMPS/NAMPS аналогты стандарттан CDMA 2000 үшінші буын байланыс стандартына көшті.

4.4 Маркетинг

Телекоммуникация саласынданыңғы маркетинг, ақырғы тауар болып, оператормен берілген, байланыс қызметі болуында негізделетін кейбір ерекшеліктерге ие. Желіде немесе тұтынушыда орнатылған байланыс құрылғысы, абстрактылы, тұтынушының меншігіне өтпейтін және уақытша факторлармен тығыз байланысты болған, ақырғы қызметпен тығыз байланысты. Тұтынушы жиі қызметтердің толық тізімі туралы алдын ала пікір айта алмайды, және бұл маркетингтік саясаттың өткізілуіне белгілі қиындықтарды жүктеп, арнайы әдістер мен амалдарды талап етеді.

Кез келген жобаның сәтті іске асуы, өткізу жүйесінің қамтамасыз етілуімен, және телефония мен деректерді жіберу арнадарын ұсыну бойынша қызмет көрсетуімен негізделеді. Бәсекелестердің санының көптігін және ғаламтор-қызметіне қызығушылықтың артуын ескере отырып, нарық таяудағы бірқатар жылда бірнеше есе өседі.

Нарықты жаулап алу кезеңінде, минималды тарифтермен белгілі бір уақыт аралығына, желіні сынақты режимде қосқаны абзалырақ болар.

Жаңа технологиялар мен байланыс қызметтері беріп жатқан қызметтерінің сапасы мен бағасына қарай, тұтынушылардың талаптарын қанағаттандырулары тиіс, әйтпесе олардың еңгізулері сәтсіздікке душар болар. Сондықтан, компания маркетингінің стратегиялық мақсаты ҚР сенімді байланыс провайдерінің беделін жасауда негізделіп отыр.

Alcatel-Lucent жабдықтауда салынған желі, жүйенің әрекет аймағында орналасқан, абоненттер арасында деректермен алмасу үшін арналардың тез әрі қарапайым ұйымдастырылу мәселесін шешуге, оған қоса, жоғары жылдамдықты Ғаламтор сервисін және ұялф байланыс қызметтерін ұсынуға борышты.

Сонымен, аталмыш жағдайда құрылған желінің көлік қызметтерін тұтынушыға берілуі өнім болып табылады, атап айтқанда:

- байланыс қызметтері;
- деректерді жіберу қызметі;
- арналар байланысын жалға беру бойынша қызметтер.

Аталмыш қызмет негізгі қызметке қосымша сервис ретінде абоненттік төлемсіз қосылады, осылайша тегін қосылады.

4.5 Даму сатылары

LTE базасының стандартында радио қолжетімдігін ұйымдастыру компанияның ішкі қаржылары арқылы іске аспақ. Компания қажетті құралдарды тікелей «Alcatel- Lucent» өндіруші компаниясынан сатып алады. Қажетті құрылғыларды иеленеді әрі орнатады, қажетті жииліктерге лицензия алады, ұялы байланыстың жаңа стандартын күту мен қызмет ету бойынша жоғары білікті қызметшілерді жинайды, яғни, аталмыш жобаның (сымсыз абоненттік желі) қызметімен байланысты барлық жқмыстарды атқарады.

4.6 Қаржы жоспары

Қаржы жоспары, өзіне жалпы күрделі қаржы шығынының, табыстарының, есебін, пайдалану шығысын, пайдасын, тиімділік пен өтелу мерзімін қосатын бизнес-жоспардың бір бөлігі болып табылады.
Жобаны іске асыру барысындакелесі шығындарды ескеру қажет:

- 3ГГц дейінгі диапазонындағы радиожиіліктерге лицензия алу;
- қызметшілерді жаңа желіні құру мен қызмет ету үшін үйрету;
- аталмыш технология бойынша маркетинг пен сауданы іске асыру мен құру;
- заманауи ақпараттық технологияларды қолдану арқылы компаниямен нәтижелі басқару.

Жобаланған желіні абоненттік модульдар жиынтығымен қоса базалық станцияларды қолдану арқылы ұйымдастыру жоспарлануда. Ескере кететін жайт, желі қолданыстағы провайдердің негізінде салынып жатыр. Қондырғының бағасы 5.1 кестесінде ккрсетілген.

4.7 Толық шығындардың есебі

Жобаның іске асырылуы келесі деңгейлер бойынша жүргізілуде:

- желіні құру зерттемесі;
- қондырғыны өңдеу;
- жүйені баптау;
- эксплуатацияға тапсыру.

Сонымен, толық шығынды келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$\sum Т_{Ш} = К_{Б} + Т_{Б} + Ж_{Б} + О_{Б} \quad (4.1)$$

мұндағы $К_{Б}$ – желі қондырғысының бағасы;

$Т_{Б}$–Ақсу қаласына дейін көлікпен құрылғыны тасымалдау бағасы;

$Ж_{Б}$–қондырғыны теміржолдың тұйығынан орнату жеріне дейінгі жеткізу бағасы;

$О_{Б}$–қондырғыны орнату мен өңдеудің бағасы.

4.1 Кесте – Жабдықтаудың толық шығыны

Шығындардың атауы	Бағасы тг.
Қондырғының бағасы, (Б)	801 652 500
Қондырғыны самолетпен Ақсу қаласына тасымалдау,(ТТ, қондырғының бағасынан 5%)	40 082 625
Қондырғыны өңдеу мен орнату, (ТО, қондырғының бағсынан 8%)	64 132 200
Барлығы	905 867 325

4.2 Кесте – Желіні ұйымдастыруға арналған құрылғылар

Атауы	Саны	Бағасы тг.	Жалпы бағасы тг.
Базалық станция (толық жиынтықта)	80	10 000 000	800 000 000
Қосымша батареялар (оқшау жағдайда 8 сағат)	80	4 000	320 000
Батареялар үшін түреу	80	1 500	120 000
Қосылу орнынан eNodeB дейінгі электрлік сымдар	280	1 000	280 000
MME дейңгелі тіреу элементі	1	45 000	45 000
SGW	1	30 000	30 000
AGW	1	30 000	30 000
PCRF	1	15 000	15 000
HSS	1	22 500	22 500
Лицензия	1	150 000	150 000
Генератор мен қуат беру Жүйесі	80	8 000	640 000
Барлығы	801 652 500		

4.3 Кесте – Жұмыс орнын жабдықтайға кететін шығын

Атауы	Саны	Бағасы тг.	Жалпы бағасы тг.
Компьютер	51	79000	4029000
Ноутбук	11	125500	1380500
3 те 1(принтер,ксерокс, сканер)	11	18500	203500
Орындық	51	3900	198900
Шкаф	10	6200	62000
Барлығы	6638900		

4.4 Кесте – Толық шығын

Шығындардың атауы	Бағасы тг.
Жабдықтаудың толық шығыны	905867325
Жұмыс орнын жабдықтайға кететін толық шығын	6638900
Барлығы	912506225

Сонымен, толық шығын мынаған тең болады:

Т=912 506 225 тг.

4.8 Эксплуатациялық шығындар

Байланыс қызметтерін қолданысқа беру мен қызмет көрсетудің барысында кәсіпорын ресурстарының шығындарын қажет ететін әрекеттер іске асады. Бір жылдық шығын өндірістік өзіндік құнды немесе жылдық эксплуатациялық шығындардың көлемін құрайды.

$$Э = ЕФТ + Әс + А + Э + М + Y , \quad (4.2)$$

мұндағы ЕФТ – еңбек фондының төлемі;
Әс – әлеуметтік салық;
А – амортизациялық аударымдар;
Э – өндірістік қажеттіліктер үшін электрэнергиясы;
М – материалдық шығындар;
Y– үстеме шығыстар.

Э=ЕФТ+Әс+А+Э+М+Y=45 840 000+50 424+202 250 760+1 916006,4+45293 366,25+2 458 627,805=297 809 184,455

4.9 Еңбек ресурстарына кеткен шығындар

$$Ш_{еңб} = ЕФТ+С_{эл} \quad (4.3)$$

а) Еңбек фондының төлемі;

Жобаланған желі қызмет етуі үшін белгілі қызметкерлер штаты қажет (кесте 4.5).

4.5 Кесте – Қажетті қызметкерлер штаты

Қызметтердің атауы	Саны	Ай сайынғы еңбекақы, тг.	Бір жылдың еңбекақысы, тг.
Техникалық директор	1	600 000	7 200 000
Жоспарлау отд. Инженері	4	200 000	2 400 000
Мониторинг отд.бас Инженері	4	190 000	2 280 000
Мониторинг отд. Инженері	2	140 000	1 680 000
Инженер-өңдеуші	10	160 000	1 920 000
Программист	3	180 000	2 160 000
Жүйелі администраторы	3	170 000	2 040 000
Қаржы директоры	1	500 000	6 000 000
Бухгалтер	2	150 000	1 800 000
Маркетолог	2	150 000	1 800 000
Сату жөніндегі менеджер	6	100 000	1 200 000
Фрод жөніндегі менеджер	5	80 000	960 000

4.5 Кестенің жалғасы

Кадрларды таңдау жөніндегі директор	1	400 000	4 800 000
Кадрлар отд. маманы	4	130 000	1 560 000
Call-Centre директоры	1	300 000	3 600 000
Call-Centre операторы	10	90 000	1 080 000
Офис-менеджер	4	120 000	1 440 000
Жүргізуші	3	110 000	1 320 000
Тазалаушы	3	50 000	600 000
Барлығы	69		45 840 000

Бір жылдың ішіндегі негізгі еңбекақы: ЕФТ=45 840 000 тг құрайды.

б) Әлеуметтік салық;

Фондтың төлемінен әлеуметтік салық 11% құрайды.

$$Әс = ЕФТ \cdot 0,11 = 45\ 840\ 000 \cdot 0,11 = 50\ 424 \text{ тг.}$$

Барлығы еңбек ресурстарына шығын мынаған тең болады

$Ш_{еңб}$ =45 840 000 + 50 424 = 45 890 424 тг.

4.10 Жабдықтауға кететін шығын

$$Ш_{қондырғы} = М+А+С_{ЭЛ} \quad (4.5)$$

а) Амортизациялық аударымдар;

Желіні жабдықтау амортизациясы типіне байланысты өзгереді және 7ден 25% дейін құрайды. Есепті іріленген әдіспен жүргізіп, жабдықтау бағасынан орта мәнді 25% қабылдаймыз:

A_1 =801652500 · 0,25 = 200413125тг.

Компьютер амортизациясы мен толық жабдықтау бағасының 30% құрайды:

A_2 = (4029000+1380000+203500)· 0,3 = 5612500·0,3=1683750 тг.

Офистік жиһаздың амортизациясы бағасының 15% құрайды:

A_3 = (765 000+198 900+62 000) · 0,15 =1 025 900· 0,15 =153 885 тг.

Жалпы амортизация мынаған тең болады:

$A = A_1 + A_2 + A_3$ =200413125+1683750+153885=202250760 тг.

б) Электрэнергия шығыны;

Электрэнергия шығыны жарық пен өндірістік шығындардан құралады, себебі жарық шығындары өндірістік шығындардан әлдеқайда төмен, жарық шығынын өндірістік шығынның 5% деп есептейік.

Электрэнергия мен жабдықтауға кететін шығындарды келесі формуламен есептейді:

$$Ш_{ЭЛ} = W \cdot T \cdot S \qquad (4.6)$$

мұндағы W – тұтынатын қуат, W=16,8кВт;

T – бір жылға сағат саны (24·30·12=8640);

S – тариф, 1 кВтч=22 тг тең.

Сонымен, электрэнергия шығыны мынаған теі:

$Ш_{ЭЛ}$ = 16,8·8640·22 = 3193344 тг.

в) Материалдар шығыны;

Материалдарға шығынды және қосымша бөліктерді жүйе бағасынан 5% көлемінде қабылдайды

$Ш_М$ = 905 867 325 · 0,05 = 45 293 366,25 тг.

Жабдықтауды күту шығыны:

$Ш_{ЖАБДЫҚТАУ}$=45293366,25+202250760+3193344=250737470,25тг

4.11 Үстеме шығыстарды есептеу

$$Ш_{ҮСТЕМЕ}=Ш_{ОҚ}+Т_{ЖС}+Т_{ШАТ.}+Т_{ЖАРНАМА}+Ш_{БАСҚА} \qquad (4.7)$$

а) Қызметкерлерді оқыту шығыны;

Аталмыш желі қолданыстағы оператор желілерінің негізінде салынып жатыр, Орал қаласы бойынша еңгізілген базалық станциялар саны жоспарланғанмен сәйкес келеді, сол себепті штатты кеңейтудің қажеті жоқ, аталмыш технология тек Қазақстан бойынша ғана бірегей болмағанықтан, сонымен қатар барлық әлем бойынша да, мониторингтің, БС басқарудың және БС эксплуатация қызмет жұмыскерлерінің біліктіліктерін арттыру қажеттілігі талап етілуде.

4.6 Кесте – Қызметкерлерді оқыту шығыны

Атауы	Бағасы тг.	Саны(эксплуатации бөлімінің ,4 инженері, мониторинг пен БС басқарудың 4 инженері)	Барлығы
Көлік шығыны (Ақсу–Павлодар, және кері бағыттағы авиабилеттер)	1 000 (адам басына екі жаққа билет саны)	8	8 000
Семинар шығыны	100 000 (бір қызметкер үшін)	8	800 000
Барлығы		808 000	

б) Жиілік сызықтарын жалға алу шығыны жылына 150 000 мың.тг. құрайды;

в) Қабылдау-таратқыш антеннаны орналастыру үшін шатырларды жалға алу бір базалық станция үшін жылына 120мың.тг құрайды, бұл өз кезегінде 125 280мың.тг құрайды;

г) Жарнама, постер мен үлестірме материалдарына шығын 75 000мың.тг құрайды;

д) Басқа шығындар толық шығындардың 30% құрайды, яғни 660 347,805 мың.тг.

Үстеме шығындар:

$Ш_{ҮСТЕМЕ}$=808000+150000+125280+75000+660347,805=1818627,805

4.12 Болжамды жылдық шығыс есебі

Бюджеттің табысты бөлігі төмендегі болжамдарды ескере жасалынған:

- адам басына ортаайлық трафик жеке тұлға үшін 800 минутты, ал заңды тұлға үшін 500 мин құрайды;

- адам басына ортаайлық трафиктің көлемі заңды тұлғалар үшін 1Мбайттың орташа құны 1теңге болуымен есептегенде 512 Мбайтты және жеке тұлға үшін 512Мбайт дәл солай 1Мбайттың құны 1теңге;

- қызметке қосылу (инсталляциялық жұмыс) автоматты режимде тегін беріледі;

- ұялы трафик бойынша табысты есептеу үшін ортастатистикалық тариф қабылданған – заңды тұлғалар үшін 1 толық/толық емес минутқа 8 теңге және жеке тұлғаларға 1 толық/толық емес минут үшін 5 теңге.

Берілген қызметтердің табысын есептеу оператордың болжамды

тарифтері бойынша жүргізіледі. Ұялы байланыс операторларының статистикалық мәліметтері бойынша алдыңғы 3G байланыс замандасының қызметімен барлық абоненттердің шамамен 30% қолданады, сол себепті, аталмыш жобаның шеңберінде, алғашқы абоненттерді қамту Орал қаласының тұрғындарының 20% құрайтын болады. Онда алғашқы жылы абоненттердің шамаланған саны 55 620 абоненттерді құрайды (19 520 абонент – заңды тұлғалар, 36 100 – жеке тұлғалар).

4.13 Халықаралық/қалааралық дыбыс қоңырау қызметінен табыс

$$T_{Ш} = 12 \cdot N \cdot T_{ШҢ} \cdot t \qquad (4.8)$$

мұндағы N– желі абоненттерінің болжамды саны;

t – ортаайлық ұялы трафик - 5тг;

$T_{шң}$ – болжамды тарифтер (smart-200 заңды тұлға үшін.,smart-300 жеке тұлға үшін).

Жеке тұлғалардан:

$T_{ш.заң.}$ = 12 · 36 100 · 5 · 300 =649 800 000 тг.

Заңды тұлғалардан:

$T_{ш.жеке}$ = 12 · 19 520 · 5 · 200 =234 240 000 тг.

Онда, халықаралық /қалааралық телефония қызметінен табыс мынаған теің болады:

$T_{ш}$=$T_{ш.заң.}$+$T_{ш.жеке}$=234240000+649800000=884040000 тг.

4.14 Ғаламтоға кіру қызметінен

$$T_{INT} = 12 \cdot N \cdot T_{1мб} \cdot V_{INT} \qquad (4.9)$$

мұндағы N– желі абоненттерінің болжамды саны;

V_{int} – трафиктің көлемі;

$T_{1мб}$ – 1 Мбайт трафик үшін тариф.

Заңды тұлғалардан:

$T_{int.з}$ = 12 · 19 520 · 1 ·512 =119 930 880 тг;

Жеке тұлғалардан:

$T_{int.жеке}$ = 12 · 36 100 · 1·512 =221 798 400 тг.

Онда, ғаламторға кіру қызметінен түсетін табыс мынаған тең:

$T_{int}=T_{int.з}+T_{int.жеке}$=119930880+221798400=341729280 тг.

4.15 Әрбір жаңа абонентті желіге қосқаннан

$$T_{абон} = 12 \cdot N \cdot T_{тариф} \quad (4.10)$$

мұндағы N – желі абоненттерінің болжамды саны (39 045);

$T_{тариф}$ – абоненттік төлемнің тарифі (айына интернет үшін 990 тг).

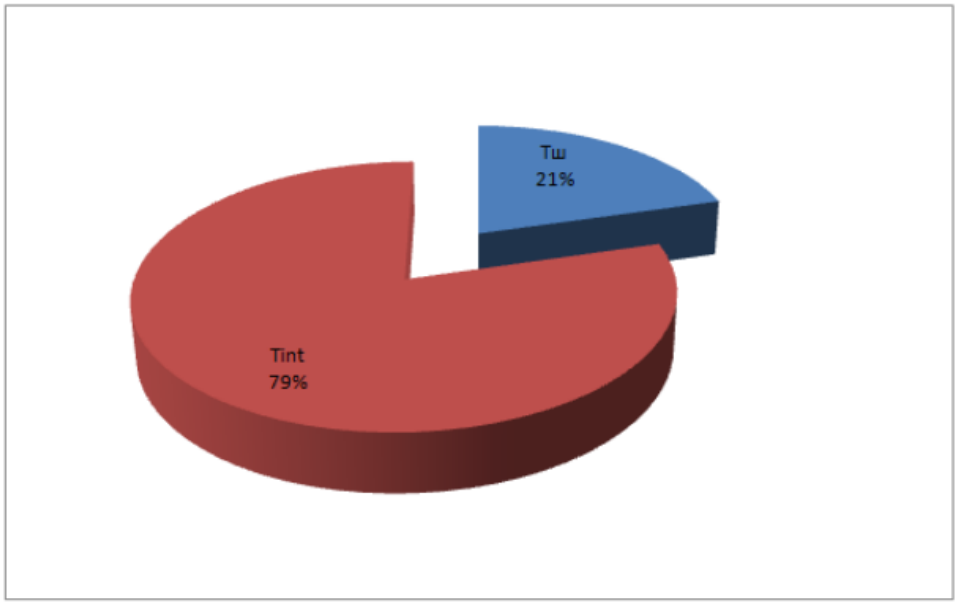
Онда, абоненттерді қосудан түсетін табыс:

$T_{абон}$ = 12 · 39 045 · 990=463 854 600 тг.

Барлық қызметтерді іске асырғаннан шығатын табысты есептейік:

$T_{рш}=T_{ш}+T_{int}+T_{под}$=884040000+341729280+463854600=1689623880 тг.

Есептеулерден негізгі табыс көзі телефон арқылы сөйлесулер құрап отырғаны бергілі болып отыр, бұл өз кезегінде проценттік эквивалент бойынша 79 % тең. Интернет желісіне кіру қызметі 21% құрайды. (5.1 суретін қараңыз).



4.1 Сурет – Қызметтерді іске асырудың табыстар жүйесі

4.16 Өтім мерзімін есептеу

Өтім мерзімін есептеу үшін абсолютті экономикалық тиімділіктің есебін білу қажет.

Абсолютті экономикалық тиімділік таза табыстың ($Т_т$) толық қаражат салудың құнына қатынасымен анықталады.

$$E = \frac{Т_т}{К} \quad (4.11)$$

Іске асырудан түсетін пайда:

$$Т_{IC} = Т - Эр \quad (4.12)$$

$Т_{IC} = 1\,689623880 - 297809184{,}455 = 1391814695{,}545$ тг

Сонымен,

$$Т_Т = Т_{IC} - 0{,}2 \cdot Т_{IC} = Т_{IC} \cdot 0{,}8 \quad (4.13)$$

$Т_Т$=$1391814695{,}545 \cdot 0{,}8 = 1113451756{,}436$ тг.

Сондықтан:

Е=$Т_Т$ / К=1113451756,436 / 912 506 225=1,22021

Өтім мерзімінің есебі абсолютті экономикалық тиімділікке кері көлемі сияқты анықталады:

Т = 1 / Е=1 /1,22021 = 0,819 жыл = 9,8 ай

Қорытынды: Жобаның теориялық өтім мерзімі 9,8 айдан сәл көптеу болды, ал тәжірибеде нығайту, тестілеу, қолдану үшін желіні қосу үшін қажет болған шынайы уақыт шамамен бір жылды құрамақ.

Қортытынды

Бұл дипломдық жобада 4G мобильдік стандарты зерттелінді және Ақсу қаласында LTE стандарт технологиясын енгізу бағаланды. Жұмыста LTE технологиясының негізгі параметрлері жүргізілді. Талдау негізінде, нақты осы техологияны енгізу артықшылық берілді яғни, 4G Ақсу қаласында. анықтамалық деңгейі жабдықтар мен базалық станция таңдалған eNodeB. Жүйенің пайдалану мүмкіндігі, жүйенің сипаттамасы, жүйенің құны және басқа да факторларға негізделе отырып таңдалынды. LTE, WCDMA параметрлерін есептелген жобаның есептеу кезінде UMTS, тиімді есептеу ұялы станциясының қуаты мен алға және түсетін радио WCDMA есептеу сәулелену ретінде. LTE радиожелісін және осы желінің қуат бюджет есептедік.

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде қызмет көрсетуші қызметкердіңеңбек шартын талдадық, электромагниттік қауіпсіздікті есептедік және антеннаның жерлендіруін есептедік

Экономикалық бөлімінде өнімді талдыдық, өтім нарығын бағаладықеңбек ресурстарына кеткен шығындар мен жабдықтауға кеткен шығындарды және халықаралық/қалааралық дыбыс қоңырау қызметінен табысты есептедік.

Әдебиеттер тізімі

1 Биккенин Р.Р.Теория электрической связи: учебное пособие для студ. высших учебных заведений/Р.Р. Биккенин, М. Н. Чесноков.—М. Издательский центр “Академия”, 2010. —336 с.

2 Макаров С. Б. Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / С. Б. Макаров, Н. В. Певцов, Е.А.Попов,М.А. Сиверс.-М.:Издатель-ский центр “Академия”, 2006.—256 с.

3 Волков А. Н. UMTS. Стандарт сотовой связи третьего поколения / А. Н.Волков, А.Е.Рыжков, М.А.Сиверс.- СПб.:Издательство “Линк”, 2008.— 224 с.

4 Кааринен Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Кааринен, А.Ахтиайнен, Л.Лаитинен, С.Найан, В.Ниеми. -М.:Тех-носфера, 2007.—464 с.

5 Попов Е. А. Технология GPRS дестеной передачи данных в сетях GSM учеб. пособие / Е. А. Попов.—СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008.-182 с.

6 Солонина А. И. Основы цифровой обработки сигналов. Курс лек-ций / А.И.Солонина, Д.А.Упахович, С.М.Арбузов, Е.Б.Соловьёва - СПб.:БХВ - Петербург, 2005. - 768 с.

7 Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко - СПб.:БХВ-Петербург, 2011.-768 с.

8 Варукина Л.И. Планирование сетей LTE, технические предпосылки объединения операторов. MForum.ru, 2010.

9 http://www.memst.kz/ru/forum/PAGE_NAME=read&FID=10&TID=88

10 http://bookre.org/reader/file=1300247&pg=6 4G: LTE LTE-Advanced for Mobile Broadband (Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold)

11 http://www.freebookcentre.net/mobile-books-download/4G-Wireless-Systems-LTE-Technology-(PDF-Slides-82P).html

12 Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматинский институт энергетики и связи, Алматы, 2009

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

14 Farooq Khan. LTE for 4G Mobile Broadband. Air Interface Techn ologies and Perfomance. – Cambridge University Press, 2009.

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

16 Охрана труда: Учебник / Под ред. Б.А. Князевский. – М.: Высшая школа , 1992. – 311 с

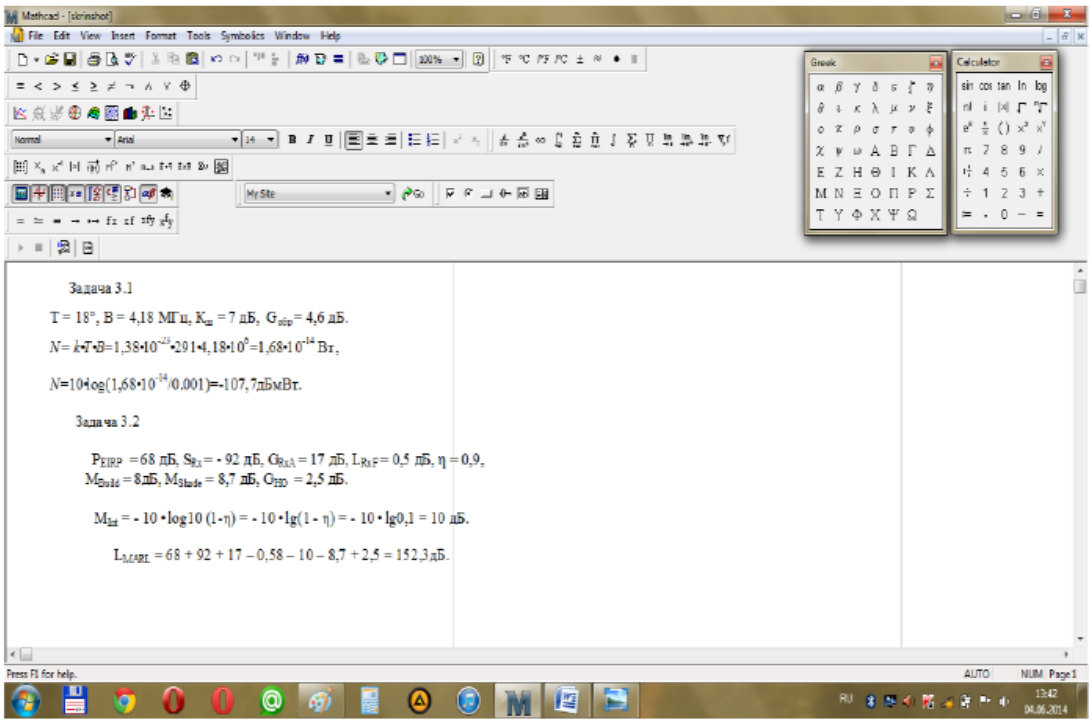
17 Абдул Базит. Расчет сетей LTE. – Хельсинский технологический униве рситет, 2009

18 http://pro3gsm.com/arhitektura-seti-lte/

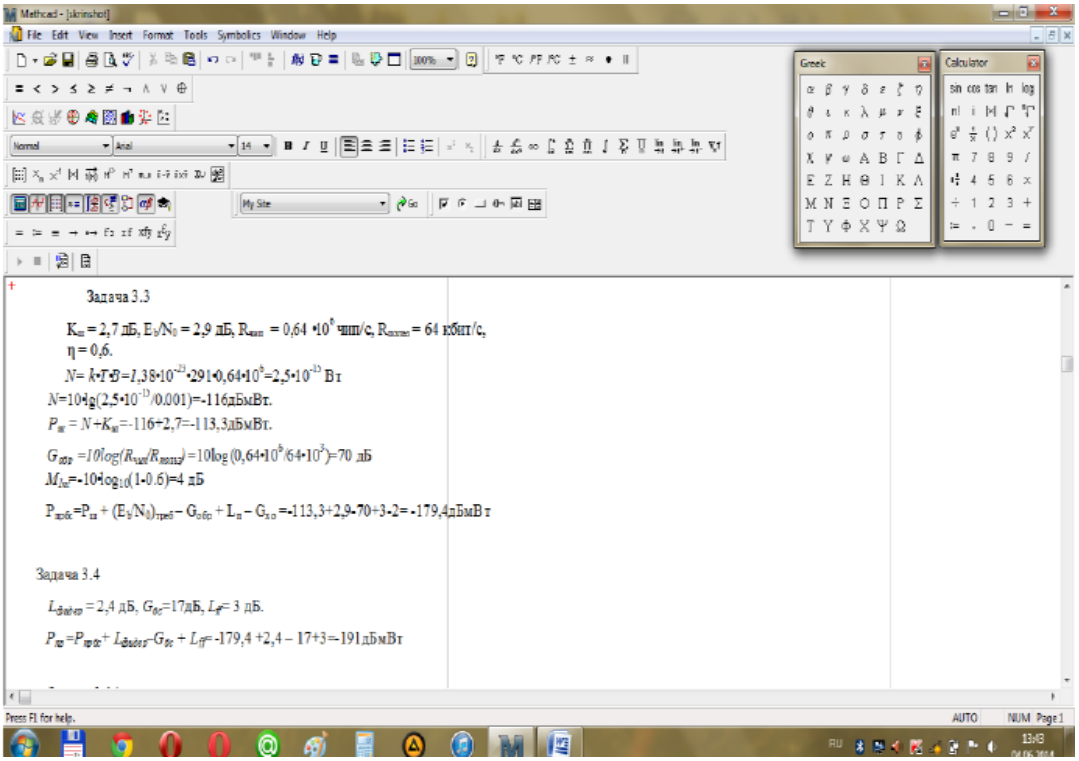
19 Сайт http:\\www.aipet.kz\frts\ts\index.htm

А Қосымшасы

WSDMA, LTE параметрлерін есептеу



А.1 Сурет - UMTS қабылдағышының сезгіштігін есептеу



А.2 Сурет - Базалық станцияның қабылдағышының шығысындағы рұқсат етілген минималды сигналдың қуаты