ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: UMTS және LTE технологиялары орнидайтын функциялары негізінде салыстырмалы талдау

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

Орындаған Асанов Бекзат Сенсенбайулы СТКК-12-04
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Т.Ғ.К, аға оқытушы Интыкбаев Алтынбек Мырзадылович
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
к.э.н, профессор Базылов Казкен Базилович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «04» 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
Б.ғ.к, аға оқытушы Мустафин Қайрат Габбасович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» 05 20___ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Кожабаева Индира Байжумановна
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «03» 06 20 16 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Абдрахманова Д.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 20 16 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: Торебек Абылсаят
(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 телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Асанов Бекзат Сексенбайұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы UMTS және LTE технологияларын орындайтын функциялары негізінде салыстырмалы талдау

ректордың «__» _____ № _____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «_____» _____ 20___ж.

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

БС шығыс қуаты Ртар. 46 дБм
БС антеннасының күшейту коэффициенті Gтар ан. 18 дБм
МС антеннасының күшейту коэффициенті Gқаб ан. 0 дБм
Кабель жоғалтулары Lтар.ф және Lқаб ан. 0,5 дБ
Тарнқыштардың қуатты қосудан болған ұту Gтар. 3 дБ
Пішулық шу қуаты PN -104,4 дБ
Қажетті сигнал/шу қатынасы MSNR. -0,24 дБ

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

Кіріспе
1. К,Р - дағы заманауи ұялы байланыстың анализі
2. LTE Advanced және UMTS технологияларында қолданылатын құрылғыларды талдау
3. Есептеу бөлім
4. Өмір тіршілік қауіпсіздігі
5. Бизнес жоспар
Қорытынды
Қысқартылған анықтамалар тізімі
Әдебиеттер тізімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

Ұялы байланыс және мәлімет тарату трафиктерінің 2012 - 2016 жж. аралығында тоғысудың өсу деңгейі
2019 жылға дейінгі трафиктердің үлесін болжау графигі
Абоненттердің операторларға жіктелуі
UMTS ұялы желісінің айлақтарының қиылысуы
UMTS желісінің архитектурасы
LTE желісінің құрылымы
Жамбыл облысында LTE технологиясын жобалау

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Технологии и средства связи №1, 2001
В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев, А.Б. Юрчук. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. «Экотрендз», Москва, 2010
Л.Г. Мордухович, А.П. Степанов. Системы радиосвязи. Курсовое проектирование «Радио и связь», Москва, 1997 жж
Листопад Н.И., В.М. Козел, К.Л. Горбачев, К.А. Ковалев. Системы и сети цифровой радиосвязи. «Издательство Гревцова», Минск, 2009 жж

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мустафин К.Г	20.5.16	
Экономика	Бабаев К.Б	25.4 - 24.05.16	
Техн. бөлім	Интыкбаев А.М		
Есепт. техн. қолдану	Жожабаев А.Б	03.06.16	
Мәліметтер қорғау	Мырзаев Д.А	08.06.16ж	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Ұялы байланыс желісінің дамуы	25.01.16	орындалды
2.	UMTS желілерінің құрылу принциптері	10.02.16	орындалды
3.	UMTS желісінің архитектурасы	1.03.16	орындалды
4	LTE және UMTS технологияларында қолданылатын құрылғыларды таңдау	10.03.16	орындалды
5.	БС және МС қолду үшін тиісті COST231 хата моделімен есептеу	15.03.16	орындалды
6.	UMTS қабылдағышының сезім-талдығын есептеу	25.03.16	орындалды
7.	WCDMA желісінің максималды мүмкін жоғалтуларын есептеу	4.04.16	Орындалды
8.	Мобильді станцияның эффективті сәулелену қуатын есептеу	10.04.16	орындалды
9.	Максималды мүмкін жоғалтуларды анықтау	15.04.16	орындалды
10.	БС эффективті сәулелену қуатын есептеу	10.05.16	орындалды
11.	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	15.05.16	орындалды
12.	Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайын талдау жасау	20.05.16	орындалды
13.	Бизнес - жоспар	24.05.16	орындалды
14	Қорытынды	20.05.16	орындалды
15.	Қолданылған әдебиет-р тізімі	30.05.16	орындалды
16.	Әдебиеттер тізімі	31.05.16	орындалды
17	А қосымша	31.05.16	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «10» желтоқсан 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Асанов Бекзат
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

Тема дипломной работы – сравнительный анализ технологий LTE Advanced и UMTS. В работе рассматриваются пути развития и технические, энергетические, радиоинтерфейсные и др. характеристики двух технологии.

В расчетной части проекта были рассчитаны запас канала, зона охвата БС и МС, чувствительность приемника, мощности приемника, излучения и др.

В экономической части был определен срок окупаемости и целесообразности проекта. В проекте рассмотрены вопросы о безопасности жизнедеятельности, воздухообмена, пожарной безопасности.

Abstract

The theme of diploma work - a comparative analysis of LTE Advanced and UMTS technologies. The paper deals with the development and engineering, energy, radio-interface and other characteristics of the two technologies.

In the second part have been calculated the draft, the coverage area of the BS and the MS, the receiver sensitivity, power receiver, radiation and others.

Payback and viability of the project has been defined in the economic part. The project addressed issues of health and safety, air conditions, fire safety.

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобаның тақырыбы – LTE Advanced және UMTS технологияларын салыстырмалы талдау. Жұмыста екі технологияның даму жолдары, техникалық, энергетикалық, радиоинтерфейстік және т.б. сипаттамалары келтірілген.

Жобаның есептеу бөлімінде каналдың қоры, БС және МС қамту аймақтары, қабылдағыш сезімталдығы, қабылдау, сәулелену қуаттары және т.б. есептелінді

Экономикалық бөлімде жобаның мақсаты мен өзін – өзі ақтау мерзімі көрсетілген. Жобада, сондай–ақ, өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері, ауа алмасу шарттары, өрт қауіпсіздігі және т.б. қарастырылды.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 ҚР-дағы заманауи ұялы байланыстың анализі 9
1.1 Ұялы байланыс желісінің дамуы 9
1.2 ҚР-дағы ұялы байланыстың даму тенденциялары 10
1.3 Ұялы байланыстың UMTS технологиясы 13
1.4 UMTS желілерінің құрылу принциптері 14
1.5 UMTS желілерінің атқаратын қызметі 15
1.6 UMTS желісінің архитектурасы 16
1.7 LTE желісінің архитектурасы 18
2 LTE және UMTS ұялы байланыс жүйелерінің спектрлік тиімділігінің анализ 20
2.1 LTE Advanced және UMTS технологияларында қолданылатын құрылғыларды таңдау 28
3.Есептеу бөлімі 39
3.1 Каналдың қорын анықтау 39
3.2 БС және МС қамту аймағын COST231–Хата моделімен есептеу 45
3.3 WCDMA жүйесінің радиолиниясының қорын есептеу 46
3.4 UMTS қабылдағышының сезімталдығын есептеу 47
3.5 WCDMA желісінің максималды мүмкін жоғалтуларын есептеу 48
3.6 Базалық станцияның қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәнін есептеу 51
3.7 Қабылданатын сигналдың сигналдың қуатын анықтау 53
3.8 Мобильді станцияның эффективті сәулелену қуатын есептеу 54
3.9 Максималды мүмкін жоғалтуларды анықтау 54
3.10 МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеу 55
3.11 Қабылданатын сигналдың талап етілетін мәнін анықтау 56
3.12 БС эффективті сәулелену қуатын есептеу 57
3.13 Трассадағы мүмкін жоғалтуларды есептеу 57
4 Өмір-тіршілік қауіпсіздігі 67
4.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау 67
4.2 Өндірістік жарықтандыру ұйысдастыру 69
4.3 Ауа алмасу 73
4.4 Есептеу бөлім 75
5 Бизнес – жоспар 81
5.1 Жобаны жүзеге асыру үшін инвестиция шығынын анықтау 81
5.2 Пайдалану шығындары 84
5.3 Табысты есептеу 87
5.4 Экономикалық тиімділіктің көрсеткіштерін есептеу 91
Қорытынды 93
Әдебиеттер тізімі 94
А қосымшасы 95

Б қосымшасы Плагиат туралы анықтама
В қосымшасы Дипломдық жұмыс электрондық нұсқасы және көрсетуге арналған бейне-материалдар
Г қосымшасы Үлестірмелі материалдар (А4 пішімі – 15 бет)

Кіріспе

Ұялы байланысқа деген сұраныстың күн санап өсіп келуі операторлардың қалыптасқан желілерді одан әрі дамытуын мәжбүр етеді. Қазақстанда бүкіл дүниежүзіндегідей ұялы байланыс желілері арқылы өтетін мәлімет тарату көлемі ұлғайып келеді. Қазақстанда тұтынушылардың талаптарын орындау және олардың көңілдерінен шығу үшін LTE (Long Term Evolution) технологиясының енуі жүзеге асырылып жатыр.

Бұл технологияны енгізу теориялық деңгейде ақпаратты 326,4 Мбит/с жылдамдықпен таратуды қамтамасыз етеді.

Қазақстанда осы күнге дейін GSM және UMTS технологияларына негізделген мобильді байланыс желілері қызмет еткендіктен, өтпелі кезеңде жаңа және ескі технологиялар бірге қолданысқа ие. Басқаша айтқанда, гетерогенді желілер пайда болды. Сонымен қатар қызмет көрсету сапасы (QoS) шешімдерімен тығыз байланысты болатын техникалық тапсырмалар пайда болып жатыр. Мұндай тапсырмалардың бірі түрлі технологияларды біріктіре пайдалана отырып желіні жүктемеден босату.

Бүгінгі таңда ұялы байланыс желілері абоненттерден түсетін трафиктің лезде жоғарылауы нәтижесінде жергілікті мөлшерден артық жүктемелерге жиі тап болып келеді.Сондай-ақ қызмет көрсету сапасының негізгі көрсеткіші болып табылатын қоңырау шалулардың оқшаулану ықтималдығы өседі.

Соңғы деректерге қарағанда, қазіргі таңда әлемде шамамен 6,5млрд. астам адам өмір сүреді, ал соның 60 пайызы ұялы байланыс қызметін қолданады, ал 50 пайызы ғаламтор қызметін қолжетімді деңгейде қолданады екен, ал кеңжолақты үлкен жылдамдықты мәлімет тарату қызметін пайдаланушылар үлесі 51,8 пайызды құрап отыр. Ал Қазақстан Республикасында ұялы байланыс қызметін қолданушылар саны шамамен 65,6 пайызға жеткен, ал кеңжолақты үлкен жылдамдықты мәлімет тарату қызметін пайдаланушы абоненттер саны 7053,8мыңды (41,5%) көрсеткен. Халықаралық электробайланыс одағының IMT– Advanced тағайындауына 4G технологияларының ішінде тек LTE Advanced және WiMAX технологиялары ие болды. Ол дегеніміз екі технологияның даму қарқыны уақыт өте артып, одан да үлкен жетістіктерге жетуге мүмкіндіктерінің бар екенін көрсетеді.

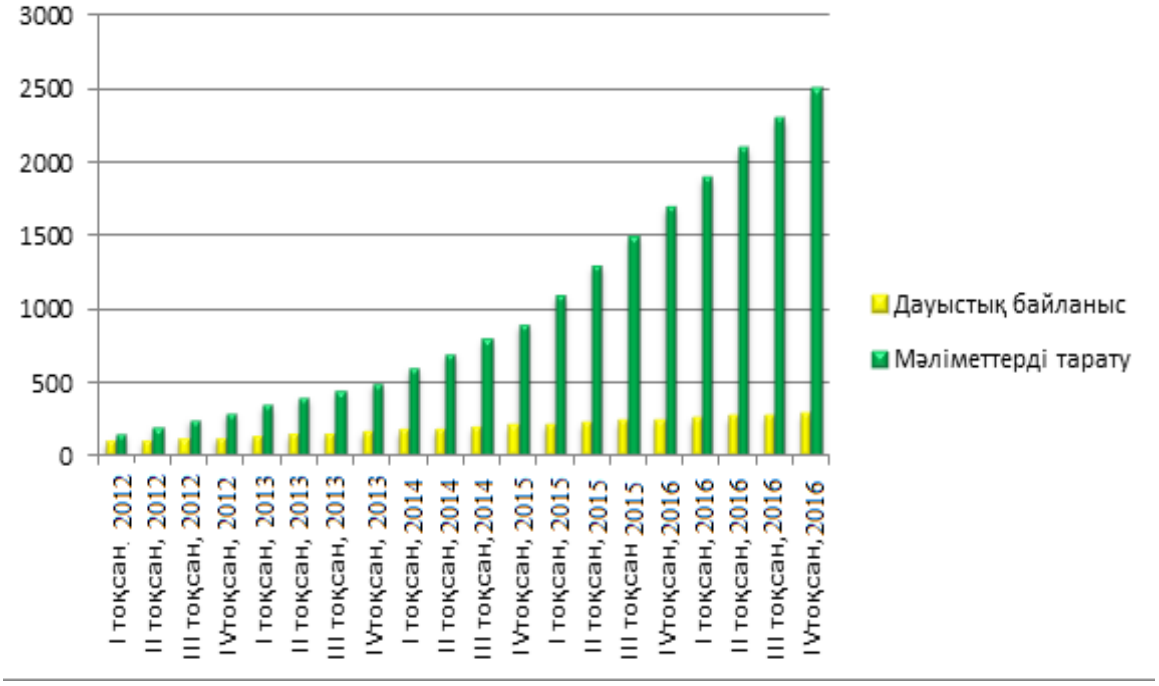
Телекоммуникацияның дамуымен қатар сымсыз байланыс өте үлкен жылдамдықпен дамуда, оның қолданылу аясы кеңейіп, мүмкіндіктері артуда. Сымсыз байланыстың дамуы телекоммуникация және байланыс саласының дамуына жаңа серпіліс берді. Халықаралық электробайланыс одағының IMT– Advanced тағайындауына 4G технологияларының ішінде тек LTE Advanced және WiMAX технологиялары ие болды. Ол дегеніміз екі технологияның даму қарқыны уақыт өте артып, одан да үлкен жетістіктерге жетуге мүмкіндіктерінің бар екенін көрсетеді.

1 ҚР-дағы заманауи ұялы байланыстың анализі

1.1 Ұялы байланыс желісінің дамуы

Мобильді жылжымалы технологиялар кеңінен қолданысқа ие: бүгінгі таңда 1,1 млрд астам адам планшет пен смартфондар пайдаланады. Ұялы телефондар бүгінгі таңда компьютермен қол жеткізуге болатын қызмет түрлеріне көрсетуге арналған құрылғы ретінде жиірек қолданылып келеді. McKinsey глобальді институтының зерттеулеріне жүгінсек, 2025 жылға қарай Ғаламтор байланысының 80% ға жуық мөлшері ұялы телефондар көмегімен іске асырылады да, жаңа Ғаламтор пайдаланушыларының көпшілігі ұялы телефонды ғаламторға шығу үшін негізгі және жалғыз құрылғы ретінде қолданады.

Төменде көрсетілген графиктеай сайынғы дауыс және мәліметтер тарату трафигінің көлемі көрсетілген. Мұнда дата – трафиктің ырғақты өсуі және дауыс трафигінің өсуінің толықтай тоқырауы көсетілген. Ұялы абоненттер саны тез өсуі дата – трафиктің өсуіне әкеліп соғады. Дамыған мобильді нарықта дыбысты қоңырау шалулар мен хаттамалар жіберу доминантты қызметі болып табылмайды.



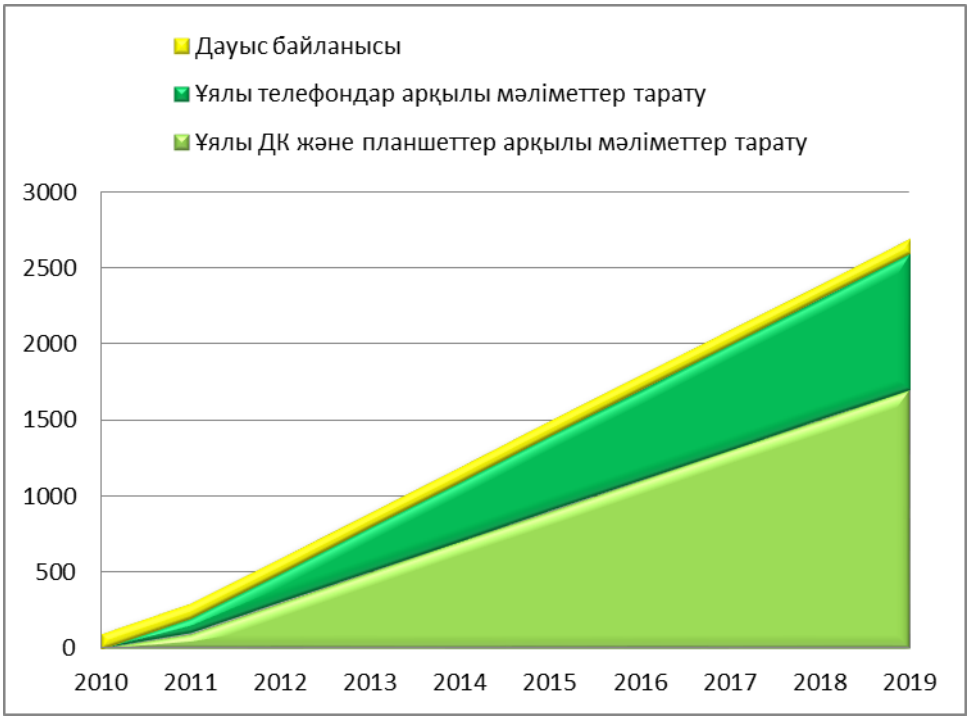
1.1 сурет – Дыбыстық және мәлімет тарату трафиктерінің 2012-2016жж.аралығында тоқсандық өсу деңгейі.

Түрлі региондарда түрлі нарықта және түрлі операторларда трафиктің көлемдері арасында айтарлықтай айырмашылық бар екенін атап өткен жөн. Ұялы дата-трафиктің күтіліп отырған орташа жылдық өсу темпі шамамен 45%. Осылайша 2019 жылға қарай ұялы дата-трафиктің көлемі 10 есе өседі деген болжам бар.

Аталған уақытқа дейін ұялы дата-трафиктің өсуі фиксацияланған дата –

трафикке қарағанда әлдеқайда артып, соңғысының орташа жылдық өсуқарқыны шамамен 25%-ды құрайды. Бірақ жалпы алғанда фиксацияланған трафик доминантты болады. 2013 жылда ұялы дата-трафик тек 5% құрады, бірақ 2019 жылға қарай оның үлесі 12% болады деген болжам бар (1.2 сурет)

Ұялы ғаламтор жоғарғы жылдамдықты ұялы байланыстың прогресі арқасында жаңа форматтарда ұсылынып отыр. Қазіргі таңда ұялы құрылғылар Ғаламторға ұялы желілер немесе Wi-Fi желілер арқылы байланысқа шығады. Analysis Mason зерттеуі бойынша, 2018 жылға қарай LTE желілерінің тепе – тең нарығы күтіліп отыр. Азия – Тынық мұхиты региондарында дамушы елдер қатарында Индия, Малаизия және Вьетнам жоспарланған 4G бойынша алдыңғы орында келеді.



1.2 сурет – 2019жылға дейінгі трафиктердің үлесін болжау графигі

Келесі онжылдық бойында желілік құрылғылар 5G, жерсеріктік байланыс қызметтеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін болады.

Жаңа желілер әлдеқайда жылдамырақ мәлемет таратуды қамтамасыз етеді. Соның есебінен пайдаланушылар үйде немесе офиста кеңжолақты сымсыз байланыстан мәліметті тарату мен қоңырау шалудың ұялы байланыс шешімдерін көшеді [1].

1.2 ҚР-дағы ұялы байланыстың даму тенденциялары

Инфокоммуникациялық технологиялар жалпы ұлттық стратегияны іске асыру мақсатындағы елдің дамуы үшін бірден бір бағыты ретінде қарастырылады.

2014 жылғы Networked Readiness Index индексінде желілік дайындық деңгейі бойынша 148 мүмкін болатын елдер қатарында Қазақстан 38 орынға

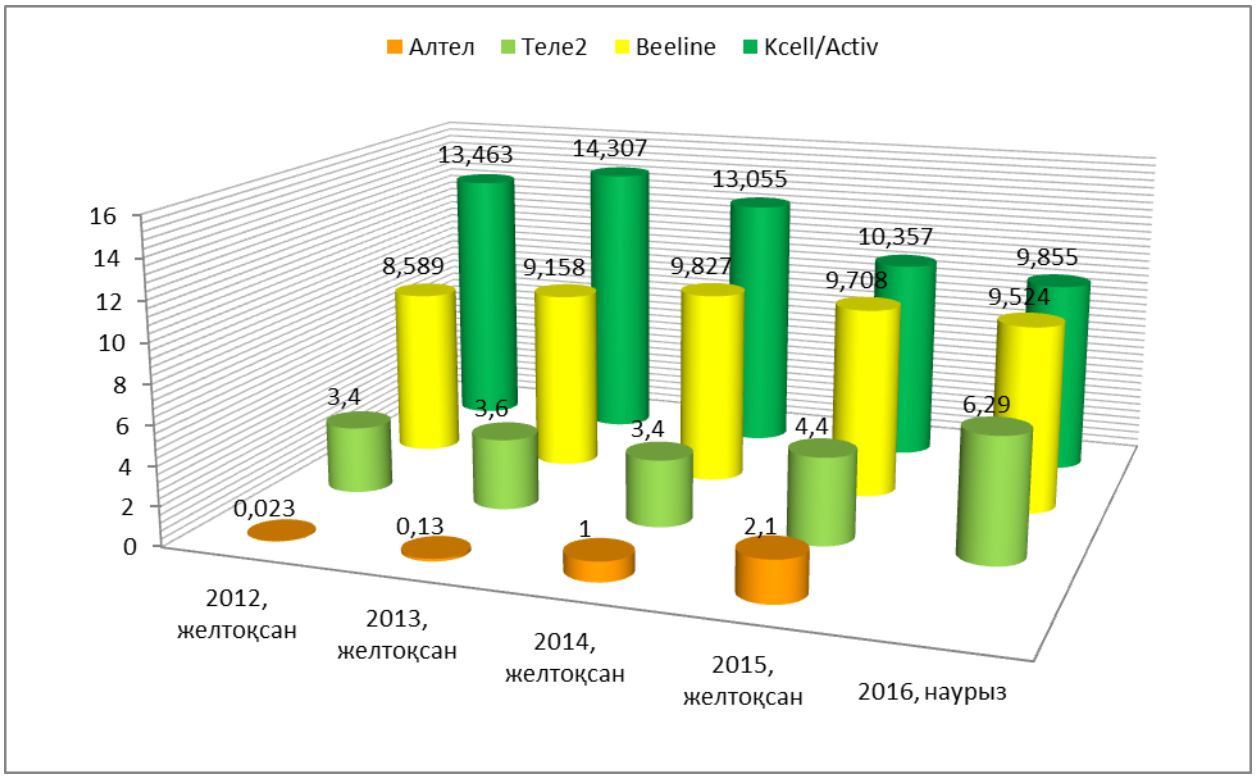
ие болды. Бұл индекс ИКТ дамуы деңгейін сипаттайды және елдің басқа елдермен салыстырғанда бәсекелестігіне әсерін бағалайды.

Қазақстанда қазіргі таңдағы ауқымды ұялы байланыс операторлары Beeline, Kcell/Activ, Tele2, Altel.

1.1 кестеде аталған операторлардың үлестері белгіленген.

1.1 кесте – 2012–2016 жж. ҚР байланыс нарығындағы операторлардың абоненттер саны бойынша есебі

Мерзім	Абоненттер саны, млн адам			
	Алтел	Теле2	Beeline	Kcell/Activ
2012, желтоқсан	0,023	3,4	8,589	13,463
2013, желтоқсан	0,13	3,6	9,158	14,307
2014, желтоқсан	1	3,4	9,827	13,055
2015, желтоқсан	2,1	4,4	9,708	10,357
2016, наурыз	6,29		9,524	9,855



1.3 сурет – Абоненттердің операторларға жіктелуі

«IKS-Consulting» агенттігінің мәліметтеріне жүгінсек, телефондардың таралуына келесі жағдайлар септігін тигізеді: өндірушілер арасында бағаға деген бәсекеге байланысты телефондардың арзандауы, пакетті ұсыныстардың белсенді асға басуы, халықтың ғаламтор туралы сауаттылығы мен оның әлеуметтіе – экономикалық үрдістердегі атқаратын қызметі.

Қазақстанда ұялы байланыс GSM (900, 1800), UMTS (700, 2100) және CDMA (450,800) форматтарында үске асырылады.

GSM және UMTS форматтарында келесі ұялы байланыс операторлары жұмыс істейді:

- «Кселл» АҚ – компанияның бақылау ақция пакеті АҚ «Қазақтелекомнан» алынған TeliaSonera холдингіне бағынышты, 47%-ы скандинав – түрік холдингі FinTur-ға меншікті. Нарықта Kcell, Activ және Vegaline маркаларымен белгілі;

- «КаР-Тел» ЖШС – Орыс «Вымпел – Коммуникация» холдингінің еншілес компаниясы, нарықта Beeline сауда таңбасымен белгілі;

- «Мобайл Телеком – Сервис» ЖШС – сауда таңбасы Tele2;

- АҚ «АЛТЕЛ» - АҚ «Қазақтелекомның» компаниясы. Нарықта Dalacom, Pathword, City және Алтел сауда белгісімен белгілі.

2012 жылы Алматы және Астана қалаларында «ALTEL 4G» сауда белісімен LTE технологиясы өз жұмысын бастады.

Дипломдық жобада екі технологияны талдау үшін, байланыс нарығында 1994 жылдан бастап жұмыс істейтін АҚ «Қазақтелеком» компаниясының еншілесі, 2010 жылы Қазақстан Республикасы территориясында бірінші болып 3G интернетті орнатқан, 2012 жылы Қазақстанда LTE технологиясын алғаш рет коммерциялық пайдалануға енгізген ALTEL 4G сауда белгісіне тоқталған жөн. 2014 жылдың 15 мамырында «АЛТЕЛ» компаниясы инновациялық LTE/GSM/UMTS желісін енгізгені туралы хабарлады. Ол смартфонда LTE технологиясы бойынша жоғары жылдамдықта мәлімет тарату қызметін пайдалануға мүмкіндік береді, қоңыраулар автоматты түрде GSM/UMTS желісіне беріледі. Қазақстандағы алғашқы 4G/3G/2G технологиясын біруақытта қолдайтын конвергенттік желі 11 млн. адамға жуық тұрғындары бар ҚР 550 елді мекендерінде құрылған, бұл еліміздегі тұрғындардың 65% құрайды. Озық технологиялар мен жабдықтармен негізделген, мультитехнологиялық желі бірқатар инновациялық функциялар мен қосымшаларды пайдалануға мүмкіндік береді. АЛТЕЛ-дің GSM/UMTS желісінің барлық қамту аймағында абоненттерге «HD – voice» технологиясы қолжетімді. Құрылған желі техникалық көзқарас жағынан VoLTE технологиясы бойынша LTE технологиясынан тыс дауысты қызметтерді көрсетуге әзірленген және келесі қадам – 4-ші ұрпақ– LTE Advanced желісін дамытуды жүзеге асыру болып табылады. Бүгінгі таңда «АЛТЕЛ» АҚ – Қазақстандағы мобильді деректерді жіберу нарығындағы көшбасшы.

Қазіргі таңда мәліметтерді тасымалдау қызметі үлкен сұранысқа ие болуда, осыған байланысты 3G желісін тарату сұранысқа сай қызмет жасауды қанағаттандырмауда. 3G–операторлардың кең көлемді қызметтер көрсететіндіктен олардың бағасы әлдеқайда арзан, сондықтан да дамушы елдерде 3G желісі тұрғылықты аудандардағы белгіленген кеңжолақты байланыстың баламасы ретінде қолданылуда. Бірақтан да қазіргі кезде 3G желісінің орнын күллі әлемде 4G технологиясы басуға бел байлады, осыған байланысты 4G қызметін көрсету жөнінде хабарлама берген операторлардың саны жүзден асты. Алғашқыда 4G желісін қолданушылар дыбыстық

тасымалдауды қолдана алмайды, олар тек мәліметтерді тасымалдау және Интернет қызметтерін ғана қолданатын болады.
Ұзақ уақыт кеңжолақты рұқсат (ШПД) жүйелері бір – бірімен байланысы жоқ ұмытыла бастаған ең алғашқы аналогты ұялы байланыс (1G) арқылы жұмыс жасайтын көптеген технологиялық шешулердің жанұясы ретінде белгілі болды. Соңғы уақатта IEEE 802.11 және IEEE 802.16 жобаларының қарсаңындағы стандарттау кеңінен қолға алына бастады. Және де Интернет қызметінің жылдамдығын арттыруға деген сұраныстың көптігі байланыс саласындағы барлық қызмет көрсетушілерді жоғарыда аталған желілердің мүмкіндіктерін қайта қарауға мәжбүрледі. Ал сол стандарттардың құрылғылары уақыт және мәліметтерді тараті жылдамдығы бойынша қолданыстағы ұялы байланыстың құрылғыларын қарағанда рыногты жылдам түрде жаулап ала бастады. Бұл жағдай ұялы байланыс қызметкерлерін бей – жай қоймады, және де 2009 жылдың соңында Осло және Стокгольм қалаларында LTE атауымен 3GPP жобасын жылдам түрде жүзеге асырды.
Ал LTE стандартының жетістіктеріне келер болсақ, Huawei компаниясы 2010 жылы магнит арқылы жұмыс жасап, жылдамдығын 250 миль/сағ(400 км/сағ) дейін жеткізе алатын, ұзындығы 19 мильді(30,57км) Шанхай Пудун және Халықаралық әуежайдың арасында қатынайтын жылдам поезда өз қызметін ұсынды. Бұл жобада ең қиын мәлесе – поезд максималды жылдамдыққа дейін жеткен кезде екі базалық станция арасында мәліметтерді таратуды қамтамасыз ету болды, бірақ компания жолда жолаушыларға орта есеппен 20 Мбит/с жылдамдыққа кепілдік берді. Бірақтанда бір мәселе шешусіз қалды, ол – поездың өте үлкен жылдамдықпен қозғалуы себепті екі станция арасында сіз мобильдік станцияңызды жай ғана қосып үлгермеуіңіз мүмкін.

Қорытындысында, ең тиімді байланыс қызметі ретінде LTE/LTE Advanced және IEEE 802.16e/m ұялы технологиялары таңылды. Халықаралық электробайланыс одағы (ITU) ең мықты технологияларға IMT – Advanced белгілеуін енгізу үшін және де халықаралық 4G – стандартын ресми түрде беру үшін 4G – стандартына үміткер барлық алты технологияны бағалауды аяқтады.

1.3 Ұялы байланыстың UMTS технологиясы

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) – Еуропалық телекоммуникация стандарттары институтымен (ETSI) өндірілген ұялы байланыс технологиясы. Бұл технологияны пайдаланатын ұялы байланыс желілері үшінші ұрпақ 3G желілеріне жатады. UMTS желілерінің GSM желілерінен ең басты айырмашылығы – кеңжолақты сигналдардың енуі болып табылады.

GSM және де тағы да басқа бүгінгі күні қалыптасқан желілермен салыстырғанда UMTS жылжымалы байланысының жаңа және түбегейлі ерекшелігі бар. Толығырақ айтатын болсақ, радиоарна қасиеттерін ақпарат таратушы ретінде қиыстырады.

Бұл сипаттамалар ретінде өткізу жолағы, тарату кезіндегі кідірістер мен

мәліметтердегі қателіктердің пайда болуының ықтималдылығы қарастырылады. Жүйенің рңтайлы жұмысы үшін UMTS қызмет көрсеті сапасына (QoS) қойылатын талаптар сай келетін қосымшалардың кең диапазонын қамтамасыз етуі тиіс.

UMTS жазу GSM «ядросына» W-CDMA, TD-CDMA, немесе TD-SCDMA радио-интерфейс технологияларын енгізу арқылы іске асады. Бүгінгі күні, UMTS желісінде, сонымен қатар, FOMA секілді басқа да стандарттармен жұмыс атқаратын операторлардың көп бөлігі әуе интерфейс технологиясы ретінде W-CDMA-ға өз таңдауларын тоқтатты.

UMTS қамтитын жиілік спектр: 1885 МГц – 2025 МГц «жылжымалы терминалдан базалық станцияға дейін» режимінде мәліметтерді тарату үшін және 2110 МГц – 2200 МГц «станциядан терминалға дейін» режимінде мәліметтерді тарату үшін.

1.4 UMTS желілерінің құрылу принциптері

UMTS желілерін құру принциптерінің негізінде екі аспектінің бөлінуі жатыр: жеке желі блоктарының фихикалық жүзеге асуы мен олардың арасындағы көпфункциялы байланыстың құрылуы. Сондай-ақ физикалық іске асыру тапсырмалары аймақ концепциясына (domain) байланысты шешіледі де, копфункциялы бацланыстар қабат көлемінде (stratum) қарастырылады.

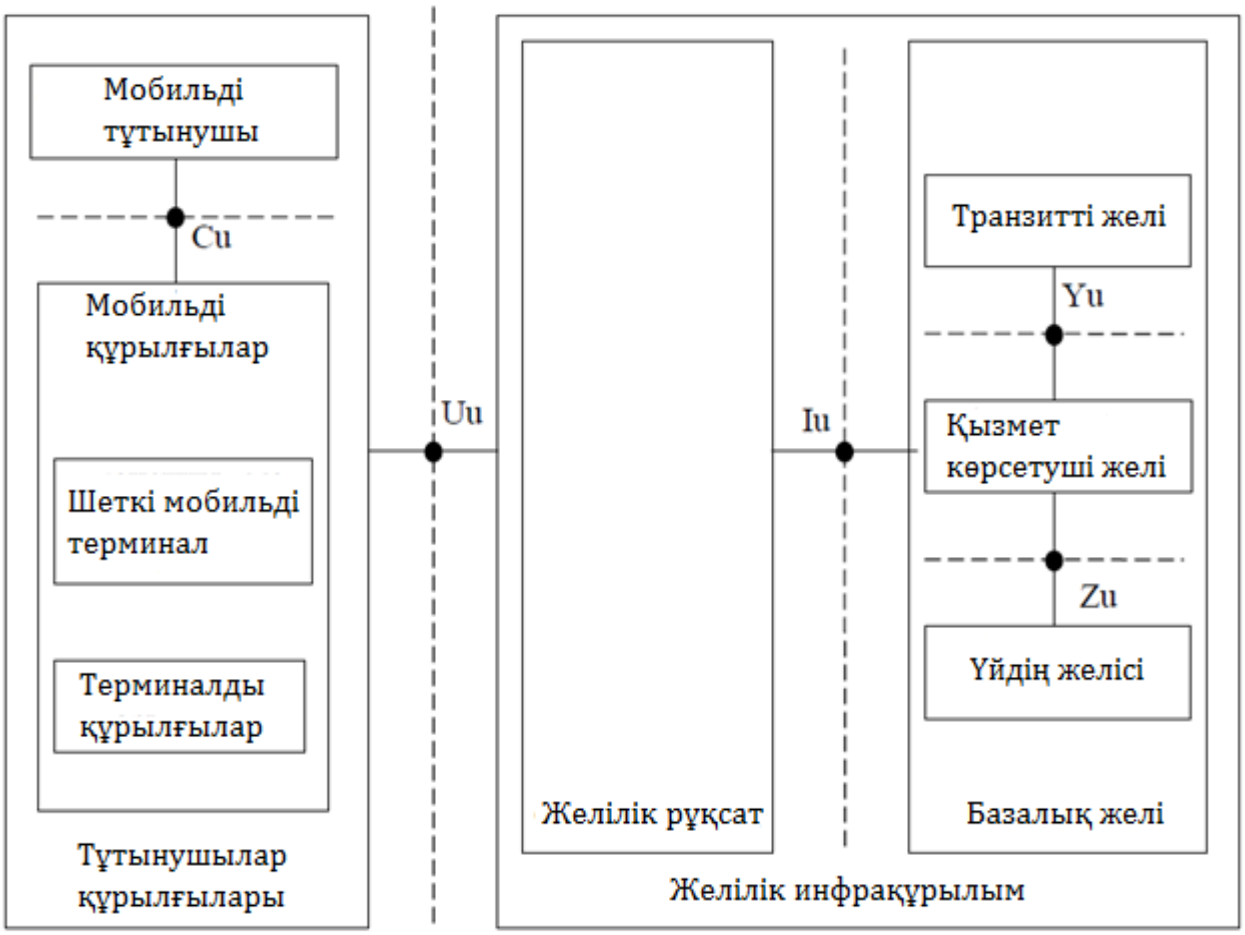
Физикалық деңгейдегі бірінші бөлініс болып пайдаланушы құрылғысы (User Equipment Domain) мен желілік инфрақұрылым (Infrastructure domain) аймағындағы желі архитектурасының бөлінісі табылады.

Қолданушы құрылығысының аймағы өз кезегінде ұялы құрылғы (Mobile Equipment Domain) және ұялы қолданушы (User Services Identity Module Domain), аймақтарына бөлінеді. Аймақтардың шекаралас нүктелері “Cu нүктесі” деп аталады. (1.5 сурет).

Ұялы құрылғы физикалық объект ретінде мәліметтерді жіберу – қабылдау операцияларын орындау үшін құрылған және көптеген интеграцияланған қосымшалардан тұрады. Бұл сипаттамалар ретінде өткізу жолағы, тарату кезіндегі кідірістер мен мәліметтердегі қателіктердің пайда болуының ықтималдылығы қарастырылады. Жүйенің рңтайлы жұмысы үшін UMTS қызмет көрсеті сапасына (QoS) қойылатын талаптар сай келетін қосымшалардың кең диапазонын қамтамасыз етуі тиіс.

UMTS жазу GSM «ядросына» W-CDMA, TD-CDMA, немесе TD-SCDMA радио-интерфейс технологияларын енгізу арқылы іске асады. Бүгінгі күні, UMTS желісінде, сонымен қатар, FOMA секілді басқа да стандарттармен жұмыс атқаратын операторлардың көп бөлігі әуе интерфейс технологиясы ретінде W-CDMA-ға өз таңдауларын тоқтатты.GSM және де тағы да басқа бүгінгі күні қалыптасқан желілермен салыстырғанда UMTS жылжымалы байланысының жаңа және түбегейлі ерекшелігі бар. ASN шлюзі дегеніміз ASN базалық станциясы мен басқа да CSN қосылу желілерімен қосатын логикалық құрылғы. ASN шлюзі мәліметтерді таратудың арналық және басқару деңгейлеріндегі байланысты қамтамасыз етеді. Әрбір MC

базалық станция бір шлюзбен логикалық түрде байланысады.



1.4 сурет –UMTS ұялы желісінің аймақтарының қиысуы.

1.5 UMTS желілерінің атқаратын қызметі

UMTS желілерін атқаратын қызметтері қысқаша шолу жасайық:

- қоңырау шалуды басқару;

-байланыс арнасын басқару. Бұл мақсатта негізгі принциптер ұсталуы тиіс:

А) радиорұқсат арнасы қолжетімділік қабатында жатпайтын түрлі желі түйіндері арасында және пайдаланушы құрылғысы арасында ақпарат алмасу бойынша транспорттық қызметтерді қамтамасыз етуі тиіс; реалды уақыт мезетінде пайдаланушы трафигін қолдауы керек; пакетті және арналық коммутацияны қамтамасыз етуі керек;

Б) радиорұқсат арнасы трафиктің түрлі типтерін, деңгейлер белсенділігін, тарату жылдамдығын, кідіріс пен қателіктер сипаттамасын қолдау үшін иілгіш болуы тиіс;

В) радиорұқсат арна параметрлері мен UMTS желісіне қатысты сыртқы желілік технологиялар негізінде жасалған пайдаланушы трафигінің қосымшалары параметрлерінің түйіндесуі қажет;

Г) радиорұқсат арнасы үшін трафик атрибуттарын анықтау мен трафикті

басқару құрылғылары жетекші желі технологияларымен келістірілуі керек.

Радиорұқсат арнасының атрибуттарын анықтау қолжетімділік қабатында радио қоры мен трафикті басқаруын қамтамасыз етуі қажет;

- пайдаланушының жергіліктенуі. Бұл функция қолжетімділік қабатының бір бөлігі табылады. Бұл функцияның айқын мысалы ретінде қолданушының географиялық орналасуы туралы ақпаратты алсақ болады;

- орналасқан жерін сәйкестендіру;

- қосылу/ажырау. Бұл функция қолданушының қалауымен желіге қосылу немесе желіден ажырау мүмкіндігіне қол жеткізеді;

- хэндовер. Бұл түсінік кез келген мобильді байланыстың негізгі түсінігі болып табылады. Бірінші ұрпақ желілері кезінде хэндовер белсенді мобильді абоненттің сота шекарасын қиған кездегі оның эстафеталық таралуын сипаттайтын үрдіс ретінде қарастырылды. Алайда, кейінірек бұл түсінік кеңейтілді;

- ресурстарды басқару. Бұл функция қолжетімділік қабатының ішінде орналасады;

- тарату арналарын тіркеу;

- шифрлау. Пайдаланушының мәліметтерін тарату ашық радиоарна арқылы іске асатын болғандықтан, таратылатын ақпаратты қорғау үшін шифрлау құрылғыларын енгізу қажеттілігі туады. Сондықтан, бұл функция қолжетімділік қабатының ажырамас бөлігі болып табылады;

- қолданушыны түпнұсқаландыру;

- мәліметтердің қайнар көзін кодалау;

- радиоарнада ақпаратты кодалау. Ақпаратты тарату кезінде сыртқы кедергілер әсерінен ақпарат бұрмалануы мүмкін. Осының алдын алу үшін кедергіге қарсы кодировканың түрлі механизмдері енгізілуде;

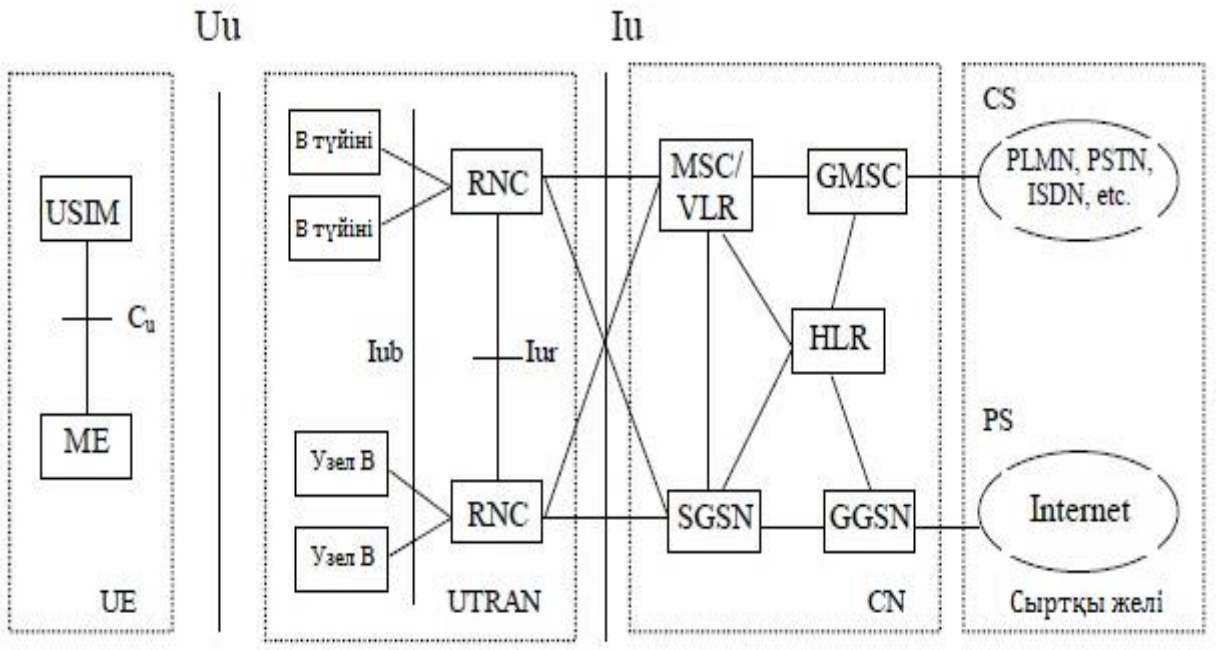
- баға белгілеу. Бұл функция тарифтер туралы ақпаратты өңдейді, яғни қызметтердің бағасын белгілейді.

1.6 UMTS желісінің архитектурасы

UMTS желісі әрқайсысы белгілі бір қызмет атқаратын логикалық элементтер қатарынан тұрады.

Барлық элементтер өздерінің атқаратын функцияларына байланысты радиорұқсат желісінде жіктеледі. Радиорұқсат желісі радиобайланысқа қатысты барлық функцияларды және желінің ядросын (Core Network) басқарады. Желі ядросы қоңыраулардың коммутация мен маршрутизациясы және сыртқы желілерге тарайтын мәліметтер арнасына жауап береді. Жүйені толықтыру үшін радиоинтерфейс (Uu) пен пайдаланушымен өзара әрекеттесетін құрылғы (User Equipment) анықталады. Желінің архитектурасы 1.6 суретте көрсетілген. Түрлі региондарда түрлі нарықта және түрлі операторларда трафиктің көлемдері арасында айтарлықтай айырмашылық бар екенін атап өткен жөн. Ұялы дата-трафиктің күтіліп отырған орташа жылдық өсу темпі шамамен 45%. Осылайша 2019 жылға қарай ұялы дата-трафиктің көлемі 10 есе өседі деген болжам бар.Қазіргі таңда LTE технологиясы 2G/3G

стандартын бүкіл әлем бойынша ауыстырды. Сондықтан өткінші жүйеде гибридтті желілер пайда болады, жаңа және де ескі стандарт бойынша қалады.



1.5 сурет –UMTS желісінің архитектурасы

User Equipment екі бөліктен тұрады:

- Uu интерфейсі арқылы радиобайланыс үшін қолданылатын жылжымалы радиотерминал құрылғысы.

- UMTS абонентін тіркейтін модуль (USIM).

Радиомүмкіндік келесі элементтерден тұрады [10]:

- B түйіні. Ол Iub және Uu интерфейстері арасында мәліметтер ағымын айырбастайды. Бұл түйін радио қорын басқаруға да қатысады. Бұл термин қолданыста «Базалық станция» ретінде белгілі.

- RNC (Базалық станция жұмысын бақылайтын аспап). Ол радиоресурстардан тұрады және оларды бақылайды.

Сыртқы желілер бірнеше топтарға жіктелген:

- Call Switching желілері. Олар арналардың коммутациясымен байланысын қамтамасыз етеді. Оған мысал, қоңыраулар.

- Packet Switching желілері. Олар мәлеметтер қоры коммутациясымен байланысты қамтамасыз етеді. Мысалы, ғаламтор желілері.

UMTS Core Network (CN) – бұл телекоммуникциондық қызметті UMTS абоненттері үшін негізгі тұғырнамасы (базалық желі). CN трафик қызметтерін көрсеткен сияқты деректер берісінің қызметін көрсетеді. PSTN және PLMN сыртқы желілері сияқты CN – де барлық UMTS сервистарына және байланыстарына рұқсат алған.CN – бұл GSM стандарттың радиоға рұқсат етілген ауыспалы бөлігінің желісінде революциондық ауысуларға ұшырамаған UTRAN желісі секілді UMTS желісінің бір бөлігі. UMTS – тің

бірінші фазасында CN араласқан желілер GSM және GPRS ке өте ұқсады. Ол 2G желісінің негізгі элементтері мен функциясын аманаттанған. CN – бұл GSM/GPRS арналардың және дестелердің коммутациясының мүмкіншілігі. Бұл UMTSСол барлық сан – алуан сервистің және трафика үлгісінің жүзеге асуы үшін от UMTS күткен мүмкіндік емес. Сол себептен CN мүмкіндікті қамбаның аумақтауына трафика және үйлесімді бағдарғылаудың арнасының түрлі үлгілерінің арасында майысқақ сәулетке деген қанат жайған. Радиоға рұқсат етілгенге әртүрлі желілердің түрлерін қосу мүмкіндігін ұзақ мерзімді болашақта әмбебап CN ішкі жүйесі құрылды. Басында ол өзіне тек қана UTRAN FDD әдісін және GSM/GPRS BSS, бірақ уақыт өте келе жаңа желі RAN – әдіс UTRANTDD,GSM – EDGERAN (GERAN),кең айғызды LAN, радиоға рұқсат етілген спутникті желі және RAN желілерінің басқаларында қосты. Физикалық және бағдарламалық бөлігі оператор тарапынан жүзеге асырылады, серіктесті қарастырмайды.

1.7 LTE желісінің архитектурасы

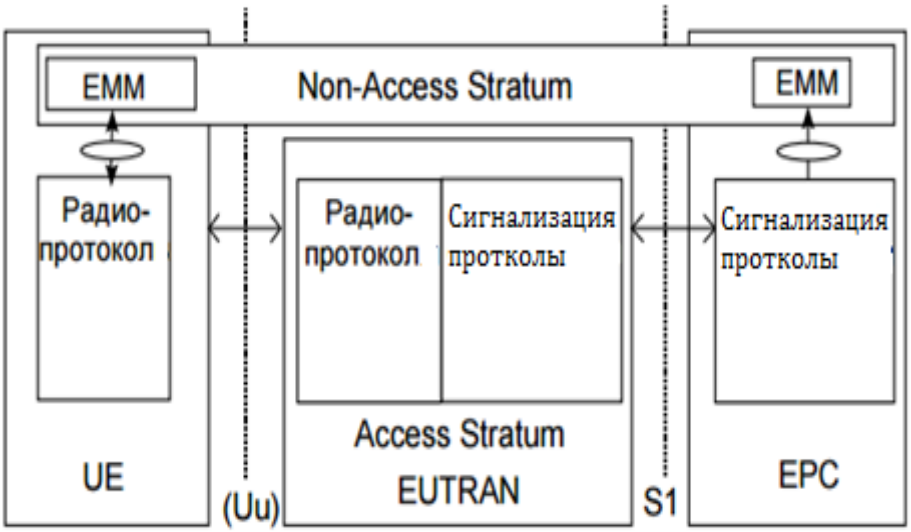
Өткен ұрпақ желілерге қарағанда LTE желісінің архитектурасы тегіс келеді, себебі барлық желілік әрекеттесулер түйіндер арасында жүргізіледі: желілік шлюздан (GW, Gateway) тұратын мобильдік басқару блогы (MME, Mobility Management Entity) мен техникалық спецификациядан Втүйін деп аталатын базалық станция арасында.

Радиожелі контроллері мәліметтер ағымын басқарудан оқшауланып, оның тақырыпты сығу, шифрлау, пакеттерді сенімді тарату және т.б. классикалық қызметтері БС-ға жүктелген.

Барлық шлюздер арасында екі шлюз айшықталған: қызмет көрсету шлюзі (S-GW, Serving Gateway) мен пакетті желі шлюзі (P-GW, Packet Data Network Gateway). ҚКШ БС-ға қатысты мәлеметтер пакетін қабылдай және тарата отырып, жергілік мобильділікті басқаратын блок ретінде жұмыс істейді. ПШ БС арасында және сыртқы желілер арасындағы интерфейс қызметін атқарады. Сонымен қатар IP желілердің мекенжайды анықтау, пайдаланушы саясатын қамтамасыз ету, маршрутизация, пакеттерді фильтрлеу сияқты т.б. қызметтерін атқарады.

Үшінші ұрпақ желілерінің көпшілігіндегідей LTE желісінің құрылу принциптер негізінде екі қасиет жатыр: жеке желі блоктарының физикалық іске асуы мен олардың арасында функционалды байланысы. 1.7 суретте LTE желісінің жалпылама құрылымы көрсетілген. Көптеген елдерде ұялы операторлардың LTE – лицензиясын алу процесі іске асуда. Жоспарлар бойынша, 2014 соңына қарай LTE абоненттер саны 150 млн болуға тиісті. 4G стандартының Advanced кезеңі 4G – дан 3 – 5 жыл кейінірек, яғни жоғарыда аталған WiMAX – 2 (802.16m) және LTE (Release 10 – LTE Advanced) атауымен дамитын болады. WiMax–2 технологиясының коммерциялық желілері 2012 жылы іске қосылды, ал LTE Advanced технологиясы тек 2014 жылдан кейін қосылады деген жоспарлар бар. ABI Research мәліметі бойынша, 2009 соңында әлемде 480 млн. қолданушыны құрайтын, 65 елде

қызмет ететін, 802.16е стандарты бойынша қызмет көрсететін 170 операторды белгілеген.Ендігі кезекте жоғарыда аталған технологияларға тоқталып кетсек. LTE Advanced технологиясына ITU – мен NGMN альянсының біріккен түрде жасаған IMT – Advanced мүмкіндіктерін игеретін болады.



1.6 сурет–LTE желісінің жалпылама құрылымы

Радиомүмкіндік желісі аймағы екі логикалық деңгейге бөлінген: радиожелі деңгейі (RNL, Radio Network Layer) мен транспорттық желі (TNL, Transport Network Layer) деңгейі. БС радиомүмкіндігі желісі аймағына кіретін өзара әрекеттестік X2-интерфейс негізінде жүзеге асады.

LTE желілерінде БС-ға келесі міндеттер жүктелген:

- Радиоресурстарды қадағалау, радиоарналарды үлестіру, ресурстарды диспетчерлендіру (scheduling);
- IP пакеттердің тақырыбын сығу, қолданушы мәліметтерінің ағынын шифрлау;
- пайдаланушы терминалының желіге қосылуы кезінде мобильділікті бақылау блогын таңдау;
- қызмет көрсету шлюзіне бағытталған мәліметтер пакетінің маршрутизациясы;
- диспетчерлендіру мен мобильділікті басқару үшін есеп беруді құру және өлшеу;

Басқару блогы келесі қызметтерді атқарады:

- қолжетімділік нүктелерін қорғау және бақылау;
- радиомүмкіндіктің желілері арасын басқару үшін негізгі желіге ақпарат тарату;
- қоңырауларды бағыттау және күту режимінде тұрған БС-ды бақылау;
- түрлі стандарттағы радиомүмкіндік желілері үшін пакетті желі шлюзі мен қызмет көрсеті шлюзін таңдау;
- хэндоверді жүзеге асыру барысында жаңа басқару блогын таңдау;

- роуминг;
- аутентификация;
- айшықталған арнаны орнатумен қатар радиоарнаны басқару;
- PWS хабарламаларын қолдау;

Қызмет көрсеті түйіні келесі функцияларды атқарады:

- хэндовер барысында жергілікті орналасқан жерін (Local Mobility Anchor)жалғастыру нүктесін таңдау;
- мәліметтер пакетін дәнекерлеу;
- қолданушының ақпаратын санкциялы қағып алу;
- мәліметтер пакетін қайта бағыттау және маршрутизациялау;
- транспорттық деңгей пакеттерін белгілеу;
- тарификация үшін қызмет көрсету сапа класының сәйкестендіруі мен қолданушылардың есепке алу жазбаларын құру;
- абоненттер тарификациясы;

Пакетті желі шлюзі келесі қызметтерді атқарады:

- пайдаланушы пакеттерін фильтрлеу;
- пайдаланушы ақпаратын санкциялы қағып алу;
- IP мекенжайларды анықтау;
- қызметтер тарификациясы

RLC деңгейінің атқаратын қызметтері:

- мәліметтер пакеттеріін жоғарырақ деңгейде тарату
- қайта таратуға деген сұраныс арқылы қателіктерді жою;
- қызметтер пакетінің қайтадан жинақталуы, сегменттелуі мен тіркелуі;
- мәліметтер пакетінің қайта сегменттелуі;
- өзгеріске ұшыраған қызметтер пакетінің жойылуы;
- RLC деңгейіндегі байланыстың қайта орнатылуы;
- ROHC (Robust HeaderCompression) хаттамасы бойынша тақырыптардың сығылуы/қайта қалпына келуі;
- пайдаланушы мәліметтерін тарату;
- жоғарырақ деңгейдің мәліметтер пакетін кезекті жеткізу;
- хэндовер барысында қызметтер пакетін қайта тарату;
- шифрлау/дешифрлау;
- басқару ақпаратын тарату.

RRC деңгейінің атқаратын негізгі қызметтері:

- жүйелік ақпаратты тарату;
- қоңырау шалуларды іске асыру;
- ақпаратты қорғау қызметтері;
- басқару қызметтері;
- қызмет көрсету сапасын басқару.

2 LTE және UMTS ұялы байланыс жүйелерінің спектрлік тиімділігінің анализі

Салыстырмалы аз уақыт ішінде үшінші ұрпақ мобильді байланыс

желілері IMT-2000/UMTS оның алдынға ұрпақтардың технологияларына негізделіп салынған желілерге қарағанда айқын артықшылықтарға ие болды. Еуропалық байланыс стандартының UMTS (Universal Mobile Telecommunication System байланыс желілері қарқынды дамып келеді.

Күтілгендей, 4G технологиясыретінде LTE Advanced (LTE стандартыныңнегізінде) және WirelessMan – Advanced – 2 (WiMAX 2.0. немесе IEEE 802.16m стандартыныңнегізінде) мойындалды, және қазіргі кезде ресми түрде 4G технологиясы ретінде қолданылады. Яғни стандарттау тұрғысынан келгенде WiMAX және LTE арасында айырмашылық жоқ. Екі стандартта жылдамдықты көбейтуді қамтамасыз ететін Relay Station мүмкіндігі бар бірдей технологияны қолданады. Релейлік станциялар қайтару процесінсіз «көрінбейтін» жерлерге сигнал беретін ретранслятор ретінде жұмыс жасайды.

ITU өте үлкен жылдамдықты мәлімет таратуды қамтамасыз ету тұрғысында жұмыс жасауда. Жобалар келесідей жылдамдықтарды қамтамасыз ету тиіс: 100 Мбит/с (қозғалыста), 1 Гбит/с (қозғалыссыз жағдайда), яғни қазіргі қолданыстағы IMT – 2000 салыстырғанда тиісінше 500 және 250 есе жақсырақ, және шамамен WiMAX және LTE (кеде бұл стандарттарды pre – 4G, 3.75G атайды) бүгінгі күнгі жылдамдығымен салыстырғанда 3 есе көбірек. Соңғы жылдардағы ITU «нағыз 4G» технологиясының жоқтығын айтуына қарамастан, WiMAX және LTE 4G операторлары ретінде аталып келеді. Бірақтан ITU бұл жағдайға оң көзімен қарауда. Сонымен, WiMAX және LTE желілері 4 – 30 Мбит/с мәліметтерді тасымалдау жылдамдығын қамтамасыз еткенменде, олар өздеріне мәңгілікке ITU белігілеген 4G брендін қойып алған сияқты.

ABI Research мәліметі бойынша, 2009 соңын да әлемде 480 млн. Қолданушыны құрайтын, 65 елде қызмет ететін, 802.16 е стандарты бойынша қызмет көрсететін 170 операторды белгілеген. USB – модемдермен ноутбуктар WiMAX рыногының дамуында үлкен рөл ойнады, дегенменде, толыққанды жетістікке жету үшін қолданушы терминалдарды көбейткен абзал. WiMAX құрылғыларын тасымалдаушылар (Alvarion, Motorola, Huawei) рынокка 802.16m ерекшеліктеріне насып түсетін 802.16e+ технологиясын ұсынуды жоспарлауда.

Көптеген елдерде ұялы операторлардың LTE – лицензиясын алу процесі іске асуда. Жоспарлар бойынша, 2014 соңына қарай LTE абоненттер саны 150 млн болуға тиісті. 4G стандартының Advanced кезеңі 4G – дан 3 – 5 жыл кейінірек, яғни жоғарыда аталған WiMAX – 2 (802.16m) және LTE (Release 10 – LTE Advanced) атауымен дамитын болады. WiMax–2 технологиясының коммерциялық желілері 2012 жылы іске қосылды, ал LTE Advanced технологиясы тек 2014 жылдан кейін қосылады деген жоспарлар бар [3].

Қызылорда облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстіктігіндегі әкімшілік–аумақтық бөлініс. Облыс 1938 жылдың 15 қаңтарында құрылған. Жер көлемі 226 мың км2 (ҚР аумағының 8,3%–ы). Тұрғындар саны 689,7 мың адам, орташа тығыздығы 1 км2 аумаққа 3 адам (2010ж). Облыс орталығы–

Қызылорда қаласы (309327адам). Шекарасы: солтүстігінде – Қарағанды, солт. батыста және оңтүстігінде – Өзбекстан, шығысында – Оңтүстік Қазақстан облысы. Облыс құрамында 7 әкімшілік аудан (Арал, Қазалы, Қармақшы, Жалағаш, Сырдария, Шиелі, Жаңақорған), 3қала (Арал, Қазалы, және Республикалық мәндегі Байқоңыр) бар. Облыстың жер бедері негізінен, жазық.

Олардың қарқынды дамуының негізгі факторы қолданушылардың жоғарғыжылдамдықты қызметтерге деген сұранысы, сондай – ақ бір трафикті таратуға кететін капиталды салымның төмендеуі болып табылады. Қазіргі таңда осы стандарттың 117 коммерциялық желісі IMT-2000/UMTS желісі бойынша байланыс қызметтерін көрсетуге лицензия берілген операторлары бар ҚР қосқанда 74 елде қызмет көрсетеді. UMTS радиоинтерфейсі GSM желілері радиоинтерфейстеріне қарағанда көп өзгешеліктері бар. UMTS радиоинтерфейсінің ең басты ерекшелігі баласты жнергетикалық ресурсы бар радиожеліде энергетико-жылдамдықты қатынастың қарқынды өзгеру қасиеті болып табылады. Қолданушы санының қарқынды өсуі мен жиілік жолғанының кеңейтілуінің қажеттілігі жақын болашақтағы кеңжолақты сымсыз байланыс пен мобильді байланыс технологияларының дамуына әсер ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Сымсыз байланыс пен мобильді байланыс желілері қызметтерін қолданатын абоненттер саны аталған технологиялардың басқа параметрлері (диапазон, жолақ ені, сота тарату және т.б.) бірдей болған күннің өзінде спектрлік эффективтілігіне тәуелді болатынын айта кеткен жөн.

Ортогональді жиіліктік қозғалысты сигналдардың қалыптасуы мен модуляциясының жетілген технологиясының OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) пайда болуы нәтижесінде 3GPP серіктес жобасы мен Электрбайланысты Стандартизациялаудың Еуропалық Институты (ETSI) UMTS (E-UTRAN) жүйесінің жаңа нұсқасын тағайындауға бел буды. WiMAX (IEEE 802.16e) жүйелерінің спектрлік тимділігін айтарлықтай басып озған қолжетімділік пен модуляцияның жаңа технологиясы OFDMA-ды пайдалану Халықаралық ЭлектрБайланыс Одағының (ITU) назарын аударды да, 2007 жылы 3G радиоинтерфейс жанұясы қатарына OFDMA жүйесі IMT Advanced деген атпен енді.

Мобильді байланыс жүйесінің спектрлік тиімділігі мәліметтерді тарату жылдамдығының (бит/с) қолданылатын жиілік жолағына (бит/с/Гц) қатынасы ретінде алынатын көрсеткіш. Бұл көрсеткіш талап етілген жиілік жолағында ақпаратты тарату жылдамдығын анықтайды. Спектрлік тиімділік қызмет көрсету сапасы (QoS) мен жиіліктік ресурсты пайдалану тиімділігін сипаттайтын көрсеткіш.

Мобильді байланыс желілерінде LTE технологиясының спектрлік тиімділігінің жоғарылауы:

- айшықталған жиілік диапазонын пайдалануға кететін шығынды төмендетеді;
- соңғы пайдаланушыға қарасты БС-ны алуға, орнатуға

электрқоектенуіне және қызмет көрсетуге кететін шығынды төмендетеді;

- сота сыйымдылығын ұлғайтады. Соның есебінен, бүкіл жүйенің өткізу қабілеттілігі жоғарылайды. Бұл, әсіресе, қаладағы соңғы қолданушыға қызмет көрсету сапасына тікелей әсерін тигізеді.

Алайда, ұялы байланыс жүйесінің спектрлік тиімділігінің жоғарылауымен қатар оның компоненттерінің жалпы құны өсіп, мәліметтерді тарату барысында қателіктер шығу ықтималдылығы жоғарылайды. Көрсетілген параметрлер арасындағы оңтайлы қатынасы байланыс операторлары мен құрылғы өндірушілердің алдында тұрған ең басты сұрақ.

LTE жүйелерін құру барысында 3G желілері үшін жоғары өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ету сұранысы мен қолжетімді радиожиіліктік спектрдің ұлғаю ықтималдылығын есепке ала отырып, 5 МГц – тен артық жиілік жолағында пайдалану жағдайы қарастырылған. Сонымен қатар, LTE (Release 8 E-UTRAN) стандартын құру барысында кең ауқымдылықты қамтамасыз ету үшін 5 МГц-тен артық және төмен жиілік жолағының пайдаланылуы қарастырылған. LTE желілерін құрушылардың алдында тұрған ең басты мақсат бұл спектрлік тиімділікті (1 Гц ке 5 би/с-ке дейін), тура арна бойынша 20 МГц жиілік жолағында өтізу қабілеттілігін 100Мбит/с-ке дейін айтарлықтай жоғарылату.

Ең алғашқы UMTS желілері Еуропада Release 99 негізіндегі құрылғыларда құрылған. Бұл желілер стационарлы абоненттер үшін әр байланыс арнасы үшін МГц жиілік жолағында мәліметтерді 2Мбит/с жылдмдықпен таратуға мүкіндік берді. Осылайша, Release 99 құрылғысы негізінде жұмыс істейтін UMTS желілерінің спектрлік тимділігі 0,4 (бит/с/Гц)-ты құрады. Release 4 негізіндегі UMTS жүйелерінің релизі 2001 жылдың наурыз айында аяқталды. UMTS жүйесінің бұл нұсқасы арқасында IP қызметтер желі ресурстарын бірнеше рет пайдалануға мүмкіндік беретін иілгіш тәсілдерге қол жеткізді. Бұл релизде спектрлік тиімділікті жақсарту мүмкіндіктері қарастырылмаған,сондықтан ол бұрынғыдай болып қала берді. Release 5 негізіндегі UMTS жүйелері 2002 жылдың шілде айында іске қосылды. Мұнда шынайы уақыт мезетінде мультимедиялық қызметтерді қолдау мүмкіндігіне қол жеткізген Session Initiation Protocol (SIP) сессия хаттамаларының пайдаланылуымен IP платформалар ерекшеленді. «Төмен» желі бойынша жоғарғы жылдамдықты пакетті қолжетімділікдің жаңа режимі (HSDPA – High Speed Downlink Packet Access) пайда болды. HSDPA 10,8Мбит/с болатын максималды өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етті. Бұл жолы спектрлік тиімділік 2,16 (бит/с/Гц) болды.

Release 6 негізіндегі UMTS желілері 2004 жылы желтоқсан айында шықты. Мұндағы ең басты ерекшелік Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS) және «жоғары» желідегі жоғарғы жылдамдықты пакетті қолжетімділіктің жаңа режимі (HSUPA – High Speed Uplink acket Access). HSUPA режимі жүйенің жалпы сыйымдылығын 80%-ға, өткізу қабілетін 50%-ға ұлғайтты да, соның есебінен пакетті коммутация режимінде пайдаланушы шақыруларының кідіріс уақытты екі есе қысқарды. Осы режимді енгізе

отырып, жүйенің максималды өткізу қабілеттілігі 5,76 Мбит/с-ке дейін, «төмен» желідегі Release 6 негізіндегі UMTS жүйелерінің спектрлік тиімділігі 2,16 (бит/с/Гц), «жоғары» желідегі спектрлік тиімділігі 1,15 (бит/с/Гц) болды. Release 7 негізіндегі UMTS желілері 2007 жылы маусым айында шықты. Негізгі ерекшеліктері қатарына мәліметтерді таратудағы кідіріс уақытының төмендеуі, қызмет сапасының жоғарылауы, шынайы уақыт режимінде жұмыс істейтін қосымшалардың жетілуі мен ұялы телефондарды көмегімен төлеу операцияларын жүргізуге мүмкіндік беретін электромагниттік өзара әрекеттестіктің төменгі өрісте (NFC, near field communications)пайдаланылуы есебінен сымсыз байланыс технологияларынының жетіліуі. Мұнда тура арна үшін максималды өткізу қабілеттілігі 28 Мбит/с-тен 42 Мбит/с-ке дейін. UMTS жүйесінің спектрлік тиімділігі 4,2 (бит/с/Гц).

LTE жүйесі тура арна үшін OFDMA интерфейсі негізінде , ал ккері арна үшін SC-FDMA модуляциясы көмегімен жұмыс істейді. LTE өндірушілері алдарында тұрған мақсат, 20 МГц арна бойымен 100Мбит/с өткізу қабілеттілігімен спектрлік тиімділікті 5 бит/с/Гц-ке дейін, ал кері арна үшін 2,5 бит/с/Гц-ке дейін жоғарылату.

Төмендегі кестеде көріп отырғанымыздай, HSDPA режимі W-CDMA Release қарағанда UMTS жүйесінің сыйымдылығын шамамен 3 есе ұлғайтады. Осылайша Release 99 негізіндегі жүйенің спектрлік тиімділігі 5 МГц жиіліктік диапазонында LTE жүйесінің спектрлік тиімділігінің 10%-ын құрайды.

2.1кесте –UMTS стандарттарының спектрлік тиімділігі

UMTS стандартының нұсқасы	Жиілік жолағы, МГц	Спектрлік тиімділік (бит/с/Гц)		Жүйенің спектрлік тиімділігі (бит/с/Гц/сота)
		DL	UL	
Release 99	5	0,4		0,5
Release 5	5	2,16		1—1,8
Release 6	5		1,15	
Release 7	2x5	2,8—4,2	1,15	
LTE (Release 8)	20	5	2,5	

LTE Advanced және UMTS технологияларын салыстыру. LTE Advanced және UMTS технологияларының екеуі де бірдей MIMO– OFDM радиоинтерфейсінде құрылады. Уақыт бойынша дуплекстелінетін TD– LTE жүйелеріне 8 жиіліктік диапазон стандартталған, олардың ішіндегі 2 жиіліктік диапазон (2,3 және 2,6 ГГц) WiMAX жүйесінің жолағымен сәйкес келеді. Бүкіл әлемде сымсыз рұқсат қызметінің жоғарыда көрсетілген жиіліктік диапазондарда жұмыс жасауына берілген лицензиялардың көптігін ескерер болсақ, онда әлемдік рынокка LTE Advanced технологиясының ену мүмкіндігі

көбірек деп саралауға болады. LTE Advanced технологиясының төменге және UMTS –тың жоғары және төменге бағытталған линиясында OFDMA (ортогональды мультиплекстеуде құрылатын копстанциялы рұқсат). LTE Advanced технологиясының жоғары бағытталған линияларында OFDM бас тартты, өйткені көптеген тасушылардың қосылған кезінде үлкен пикфакторлары бар сигнал пайда болатыны байқалды. Ал мұндай сигналдарды бөгеуілсіз тасымалдау үшін жоғарысызықты, яғни қымбат күшейткіштер керек болды. Терминалдардың жұмысын жеңілдету мақсатында SC–FDMA– бір тасушы арқылы жұмыс жасайтын мультиплекстеу қолданылатын болды. SC–FDMA сигналында пикфактор саны аз, бұл жағдайда күшейткіш ПӘК үлкен әсерлі режимде жұмыс жасайды.Екі жүйеде де HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest) қайта жіберу процедурасықолданылады. LTE Advanced технологиясының жеңілдетілген архитектурасынының арқасында (UMTS –тың радиожүйесінің базалық станцияларында контроллер бар, ал барлық LTE жүйелерінде контроллер жоқ) дестелерді өңдеуге кететін уақыт 10 мс-қа дейін азайды, ал UMTS -та ол 30 мс екені белгілі. Бұл технологияларда қайта жіберілген дестелерді біріктіруде әр түрлі процедуралар қолданылады: WiMAX-та – «Chase Combinin» процедурасы, ал LTE Advanced–те «Incremental redundancy» процедурасы қолданылады. «Chase Combining» процедурасында қайта қайта жіберілген дестелердің қарапайым біріктірілуі жүзеге асатын болса, «Incremental redundancy» процедурасында әр бір қайта жіберуден кейін тексеретін биттер саны артып, турбо–кодтау кезінде биттерді шығарып тастау жүзеге асады. Екінші әдіс әлдеқайда тиімді және энергетикалық жағынан ұтыс береді. Барлық ұялы байланыс желілерінде тоқтаулармен күрес үшін және линиядағы жоғалтуларды болдырмас үшін абоненттік станция таратушыларының қуатын басқару процедурасы жүзеге асады. Классикалық алгоритмде қолданушылардың сигналдарының қуаты белгілі бір орнатылған сигнал/шум қатынасының мәніндей болып базалық станцияның қабылдағышына келуі тиісті. Дәл осындай алгоритм UMTS –та қолданылады. Ал LTE Advanced-те модификацияланған алгоритм– қуатты бөліктеп басқару FPC(Fractional Power Control) қолданылады. Бұл алгоритм бойынша,қолданушы станцияның маңында сигнал/ шу деңгейі көп, сәйкесінше, спектральды тиімділігі артады. кі технологияның жиілікті қайта қолдану коэффициенттері әр түрлі.

LTE Advanced және UMTS технологияларында қолданылатын антенналар. Бүгінгі күні біздің өмірімізді ұялы байланыс құрылғыларынсыз елестету мүмкін емес. Күннің мезгіліне қарамастан біз ұялы байланыс арқылы қоңырау шаламыз, хабарламалар жібереміз және ұялы Интернетті қолданамыз. Бірақтан да сол аталған ұялы байланыс желісінің сапасын арттырып, қолдану аясын кеңейту үшін жасалған және желінің сапасы базалық станцияның жұмысына байланысты үлкен жүйе арқылы іске асырылатынын қарапайым халықтың бір білсе, бірі білмес.

Соңғы жылдары 3G базалық станциялар кеңінен белең алуда және соның арқасында әлемдік интернет желісі арқылы мәлімет алмасу

жылдамдығы артуда. Бірақтан қазіргі әлемдік байланыстың дамуы LTE және LTE Advanced технологияларының кеңінен қолданысқа енуін талап етуде. Осы мәліметтерді тарату тұрғысында жұмыс жасайтын құрылғыларға тоқталып кетсек. Негізінен LTE–Advanced технологиясының базалық станциясы үлкен үш блоктан тұрады. Бұлар: негізгі блок, жіберіп–қабылдаушы блок және антендік–фидерлік жүйе. Әрбір блокка қысқа түрде тоқталып кетсек. Алдымен, антендік–фидерлік жүйе жайында сөз қозғасақ. 1.7 суретте 3G, LTE, LTE Advanced технологияларына сай келетін антенна көрсетілген. Бұл антенна Ericsson компаниясының AIR32 атты құрылғысы. Бұл антенна әлемдік деңгейде LTE және LTE Advanced технологияларын жылдам әрі сапалы ендіруге көмек береді. Және оның бір ерекшелігі базалық станция аумағына ешқандай қосымша антенна мен радиомодульді орнатуды талап етпейді. Қазіргі қолданыстағы құрылғылардан артықшылығы желінің мүмкіншілігін 70%–ға, ғимарат ішіндегі байланыс қамтуын 25%–ға арттырып, абоненттердің кеңжолақты қолдану мүмкіншіліктерін жақсартуға мүмкіндік береді. AIR32 антеннасы бірнеше жиілікте қатар жұмыс жасай алады, ал ол өз кезегінде қосымша құрылғылардың санын екі есеге дейін азайтады.

Әлбетте, ұялы байланысты қолданушылардың мәліметтерді таратудың үлкен жылдамдығына деген сұраныстың, ұялы байланыс трафиктерінің көп қолданылуы, ұялы телефондардың жаңа түрлерінің (жаңа ұрпақ смартфондары, планшетті ПК и т.б.) көбеюі операторлардың барлығын жаңартылған LTE Advanced технологиясын жылдам түрде енгізуге мәжбүрлейтіні сөзсіз. Бірақ, LTE Advanced технологиясының өте жылдам түрде енгізілуін күткен дұрыс емес. Өйткені, барлық LTE желі операторлары құйылған инвестицияның қайтарылуына көңіл бөлетіні сөзсіз. Оның үстіне LTE Advanced ұмыс жасай алатын радиожиіліктерді іске қосу қажет. Ал оның мәні барлық жиіліктерді қосқанда 40 МГц құрайды. Әлбетте, оның мәнін азайтуға да болады, бірақ сәйкесінше, мәліметтерді тарату жылдамдығы да азаяды. Тағы бір үлкен шешілуі қиын мәселе – ол LTE Advanced технологиясымен жұмыс жасай алатын құрылғының жоқтығы(қазіргі кезде LTE–TDD смартфондары жоқ). LTE терминалдары LTE Advanced жұмыс жасай алатыны сөзсіз, бірақтанда олар өздерінің барлық мүмкіншіліктерін көрсете алуы екіталай. Сондықтанда, қазіргі кезде LTE Advanced технологиясын жылдам түрде енгізудің қажеттілігі аз. Өйткені, барлық LTE желі операторлары құйылған инвестицияның қайтарылуына көңіл бөлетіні сөзсіз. Оның үстіне LTE Advanced ұмыс жасай алатын радиожиіліктерді іске қосу қажет. Ал оның мәні барлық жиіліктерді қосқанда бар. Тағы бір үлкен шешілуі қиын мәселе – ол LTE Advanced технологиясымен жұмыс жасай алатын құрылғының жоқтығы(қазіргі кезде LTE–TDD смартфондары жоқ). LTE терминалдары. тарату тұрғысында жұмыс жасайтын құрылғыларға тоқталып кетсек. Негізінен LTE–Advanced технологиясының базалық станциясы үлкен үш блоктан тұрады. Бұлар: негізгі блок, жіберіп–қабылдаушы блок және антендік–фидерлік жүйе.

2.2 кесте – LTE Advanced және UMTS технологияларында қолданылатын фидерлердің сипаттамалары

№	Сипаттама	Фидердің көрсеткіші LTE Advanced/ UMTS
1	Толқындық кедергі	50/48
2	Таратқыштағы АФТ өшулігі	1/1.2 дБ
3	Қабылдағыштағы АФТ өшулігі	1/1.2 дБ
4	Поляризацияның түрі	Тік
5	Сыйымдылығы	78/80 пФ
6	Температура көрсеткіші	–40...+80 / –40…700С

LTE Advanced және UMTS технологияларына арналған маршрутизаторлар LTE Advanced технологиясының жұмысы үшін LTE технологиясында қолданыстағы маршрутизаторларды қолдануға болады. Қазақстанда кеңінен қолданылатын маршрутизаторлар Қытай Халық Республикасы Huawei компаниясының маршрутизаторлары болып есептеледі. Бұл тұста базалық станцияларға арналған ATN 905 сериялы маршрутизаторларды атап өткен дұрыс. UMTS технологиясын Қазақстанда Алтел компаниясының кеңінен қолданысқа енгізгені белгілі. Сондықтан базалық станцияларға арналған маршрутизаторлар ретінде Алтел компаниясының құрылғыларын мысалға алуға болады. Алтел компаниясында, негізінен, Cisco компаниясының маршрутизаторлары қолданылады. Төменде аталған екі маршрутизатордың бейнесі мен сипаттамаларының салыстырмалы кестесі көрсетілген.

2.3 кесте – LTE Advanced және UMTS технологияларына арналған маршрутизаторларының сипаттамалары

№	Сипаттама	Маршрутизаторлардың көрсеткіші Huawei ATN 905/ Cisco
1	Өлшемдері	485*380*130/280*246*116
2	Салмағы	10,4/12 кг
3	Температура	–40...55/–40...70
4	Кернеу	24/30 В
5	Сыйымдылығы	78/80 пФ

Аз уақыт бұрын Huawei компаниясы CSFB (Circuit–Switched Fallback) технологиясының көмегімен TDD LTE және UMTS желілерінің арасындағы әлемдегі алғашқы дыбыстық байланысты іске қосты. Дыбыстық байланыс қазіргі кезде Жапониядағы Softbank операторы қолданатын Huawei компаниясының STREAM 201HW смартфоны арқылы жасалды. Ал LTE

Advanced технологиясының тәжірибеден өтуіне келсек, Жапонияның қалалық жағдайындағы тестілеулер абонентке бағытталғанда шектік жылдамдық 600 Мбит/с, абоненттен бағытталғанда 150 Мбит/с деген нәтиже көрсетті. Ал аз қозғалыста болатын қолданушылар үшін мәлімет таратудың шектік мәнінің нәтижелері келесідей: абонентке бағытталған кезде 1 Гбит/с, ал абоненттен бағытталған жағдайда 500 Мбит/с. Осы тұста еске түсіре кететін жәйт, LTE технологиясында бұл мәндер сәйкесінше 300 және 75 Мбит/с болатын. Осы тұста LTE Advanced технологиясының қатар тұрмаған бір диапазондағы (carrier aggregation) немесе әр түрлі (band aggregation) диапазондағы жиілікпен жұмыс жасау мүмкіншіліктерін айта кеткен абзал.

LTE Release 10 жаңа мүмкіндіктері:

- мәліметтерді таратудың шектік жылдамдығы – радиоинтерфейстердің көрсеткіштеріне (арнаның кеңдігі мен антеннаның конфигурациялары) қарамастан жүйелік қойылатын талаптарды орындайтын мәліметтерді көрсетеді.

2.1 LTE Advanced және UMTS технологияларында қолданылатын құрылғыларды таңдау

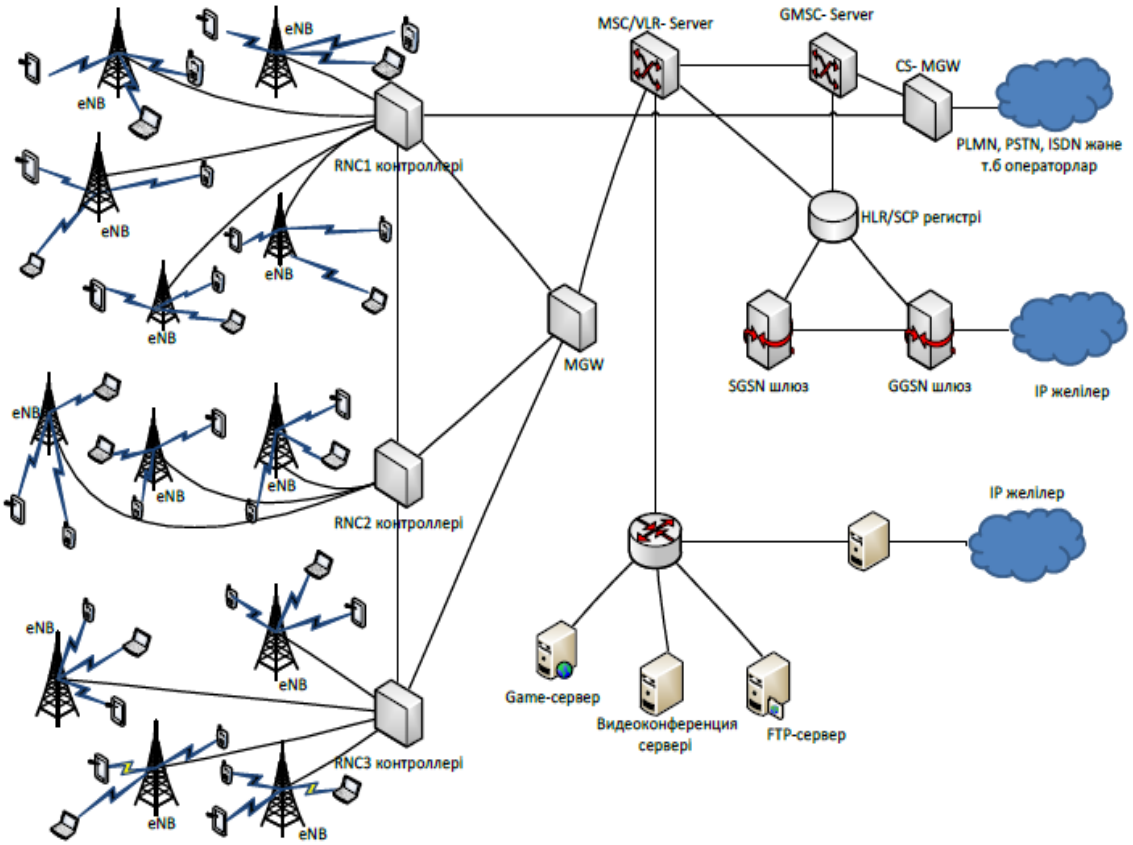
LTE Advanced технологиясының Жамбыл облысындағы құрылым сұлбасы 2.1 суретте көрсетілген. Бұл архитектура жалпы LTE және UMTS технологиясының құрылым сұлбасының негізінде жасалған. Архитектура келесідей элементтерден тұрады: ұляы телефондық станция, базалық телефондық станция, базалық станция контроллері, шлюздер және бірнеше серверлерден тұрады.

Бүгінгі күні біздің өмірімізді ұялы байланыс құрылғыларынсыз елестету мүмкін емес. Күннің мезгіліне қарамастан біз ұялы байланыс арқылы қоңырау шаламыз, хабарламалар жібереміз және ұялы Интернетті қолданамыз. Бірақтан да сол аталған ұялы байланыс желісінің сапасын арттырып, қолдану аясын кеңейту үшін жасалған және желінің сапасы базалық станцияның жұмысына байланысты үлкен жүйе арқылы іске асырылатынын қарапайым халықтың бір білсе, бірі білмес.

LTE жүйесі қолданушыларға барлық мүмкін қызметтерге, сонымен қатар Интернет желісіне IP протоколы арқылы қолжеткізу мүмкіндігін көрсету үшін жасалған болатын. LTE желісі көптеген түйіндерден тұрады. Желідегі барлық түйіндерді екі санатқа бөлуге болады. Радио желісіне тиесілі түйіндері (radio access), түйіндер - тіректік желі (core network). Кез келген радио желісі әсерлігін анықтауының басты элементі - алгоритмдері мен тетіктері болып табылады, оларды базалық станция арасындағы деректерді тасымалдау үшін (БС, ағылшын әдебиетінде - eNodeB) және мобильді станциялары (МС, ағылшын әдебиетінде- UE) пайдаланылады. Одан әрі радио желісіне қатысты LTE желісінің негізгі сипаттамаларын қарастырады. Ұялы радиустан бастайық. LTE жүйелік талаптарына сәйкес, ұялы радиусы 5 км болса, спектрлік тиімділік қабілетіне барлық талаптар, өткізу жолақтары мен ұялы байланыс абоненттерімен жұмыс қолдау табуы тиіс. 30 км ұялы

радиуста өнімділіктің нашарлауына жол беріледі. LTE технологиясында БС мен МС арасындағы қос бағытты деректер беруін қамтамасыз ету үшін жиіліктік (FDD), сонымен қатар уақыттық дуплексті (TDD) қолдайды. Дуплексті жиілік үшін 15 жұптастырылған жиілік диапазондары (800 МГц-ден 3,5 ГГц жиілікті), ал уақытша үшін – 8 жұптастырылған жиілік диапазондары анықталған. Осылайша, радио 14 арнасының ені әр түрлі болуы мүмкін. Келесі мәндерге жол беріледі: 1.4, 3, 5, 10, 15 және 20 МГц. LTE – де көптеген қолжетімділік жүйесі ретінде OFDMA (Orthogonal Frequency – Division Multiple Access) кіріс емес каналда және SC – FDMA шығыс каналында пайдаланады. OFDMA технологиясын қолдану барысында барлық спект бөлініп, бір- біріне ортогональді болады. Қолданылатын арық еніне байланысты жалпы саны 72,180,300,600,900 немесе 1200-ге бөлінуі мүмкін. Әр бөлінуші де өзіндік модуляция түрі болады. Ол келесі модуляцинің ішінде қолданылады: QPSK, 16QAM, 64QAM. Көптік қолжетімділік бір бөлік арқылы бір қолданушыға кадр арқылы белгіленеді, екінші бөлік – екінші қолданушыға және т.с.с. Толығырақ анықтаманы білу үшін физикалық деңгейдің сипаттамасын қараңыз. OFDMA - ның негізі – пайда болған көпсәулелік сигналдарды қабылдағанда жағымсыз эффектермен күресу. Алайда, бұл технологияда жетіспеушіліктері бар. Ол жиілік синхронизацияға өте сезімтал. Және де OFDMA жоғарғы сигналды PAPR (Peak to Average Ratio) ие болады. Бұл өзімен қатар күшейткіш сигнал сызықты емес өзіндік характеристикасында болады. Сол үшін оның эффектісі төмен болады, құрылғыға шектеу қойып. Сол себептен кіріс арықта LTE-де көп түрлі мүмкіндіктер қолданылады, соның бірі SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access). SC – FDMA –ның OFDMA – нан айырмашылығы SC-FDMA-да қосымша өңдеуі бар сигналды PAPR арқылы төмендетеді. SC-FDMA-ның қосымша өңдеуі бар сигналы Фурье-нің пайда болуына әкеледі. Сонымен қатар шығатын арықта және кіріс арықта QPSK, 16QAM, 64QAM мынау модуляциялар қолданылады. LTE стандарты сонымен қатар MIMO (Multiple Input Multiple Output) технологиясын қабылдайды, ол деректерді жіберудің жылдымдығын және спектр эффектісінің мүмкіндігін жақсартады. MIMO технологиясының маңызы жіберу және қабылдау деректерінде біренеше антенн әр жақта қолданылады. Әртүрлі антенналар бірдей ақпараттарды тарата алатындықтар деректерді табыстауға кепілдік береді, бірақ жылдамдықты емес. Сонымен қатар әртүрлі антенналар әртүрлі асқын деректер тарата алады және жылдамдығын көбейте алады. Максималды шығатын арна LTE технологиясында 4x4 сұлбасын қолдайды. Бұл дегеніміз жіберілетін және қабылдайтын жақта деректерде 4 антенна қолданылады. Яғни, деректер табысының жылдамдығын 4 есе көбейтеді (негізінде көбейтілген ұшқын сигналдардан кішкене аздау). MIMO технологиясын колданғанда оның арнасының ені 20 МГц, ал максималды жылдамдықта 300 Мбит/с азаяды және 170 Мбит/с жоғарылайды. LTE талабының мазмұны спектрлік эффектіде 5 бит/с/Гц көрсетілген, ал азаймалы және көтермелі арықта 2.5 бит/с/Гц (бұл деректерді тарату жылдамдығына

сәйкес келеді 100 Мбит/с және 50 Мбит/с). Ұялы телефон қолданушылар жоғарғы көрсеткіштері 120 км/сағ жылдамдықты қозғалыста болу керек.Соңғы жылдары 3G базалық станциялар кеңінен белең алуда және соның арқасында әлемдік интернет желісі арқылы мәлімет алмасу жылдамдығы артуда. Бірақтан қазіргі әлемдік байланыстың дамуы LTE және LTE Advanced технологияларының кеңінен қолданысқа енуін талап етуде.Осы мәліметтерді тарату тұрғысында жұмыс жасайтын құрылғыларға тоқталып кетсек. Негізінен LTE–Advanced технологиясының базалық станциясы үлкен үш блоктан тұрады. Бұлар: негізгі блок, жіберіп–қабылдаушы блок және антендік–фидерлік жүйе. Әрбір блокка қысқа түрде тоқталып кетсек. Бұл антенна әлемдік деңгейде LTE және LTE Advanced технологияларын жылдам әрі сапалы ендіруге көмек береді. Және оның бір ерекшелігі базалық станция аумағына ешқандай қосымша антенна мен радиомодульді орнатуды талап етпейді. Қазіргі қолданыстағы құрылғылардан артықшылығы желінің мүмкіншілігін 70%–ға, ғимарат ішіндегі байланыс қамтуын арттырады.



2.1Сурет – Жамбыл облысындағы LTE технологиясынжобалау

мұндағы eNB Базалықстанциялар

MGW – шлюз

Осы мәліметтерді тарату тұрғысында жұмысжасайтынқұрылғыларға

тоқталып кетсек. Негізінен LTEтехнологиясының базалық станциясы үлкен үш блоктан тұрады. Бұлар: негізгіблок,жіберіп–қабылдаушы блок және антендік–фидерлік жүйе. Алдымен, антендік–фидерлік жүйе жайында сөз қозғасақ. 2.2 суретте UMTS және LTE технологияларына сай келетін антенна көрсетілген.

Аталған екі технологияны талдау үшін, байланыс нарығында 1994 жылдан бастап жұмыс істейтін АҚ «Қазақтелеком» компаниясының еншілесі, 2010 жылы Қазақстан Республикасы территориясында бірінші болып 3G интернетті орнатқан, 2012 жылы Қазақстанда LTE технологиясын алғаш рет коммерциялық пайдалануға енгізген ALTEL 4G сауда белгісіне тоқталған жөн. 2014 жылдың 15 мамырында «АЛТЕЛ» компаниясы инновациялық LTE/GSM/UMTS желісін енгізгені туралы хабарлады. Ол смартфонда LTE технологиясы бойынша жоғары жылдамдықта деректерді жіберу қызметін пайдалануға мүмкіндік береді, қоңыраулар автоматты түрде GSM/UMTS желісіне беріледі. Қазақстандағы алғашқы 4G/3G/2G технологиясын біруақытта қолдайтын конвергенттік желі 11 млн. адамға жуық тұрғындары бар ҚР 550 елді мекендерінде құрылған, бұл еліміздегі тұрғындардың 65% құрайды. Озық технологиялар мен жабдықтармен негізделген, мультитехнологиялық желі бірқатар инновациялық функциялар мен қосымшаларды пайдалануға мүмкіндік береді. АЛТЕЛ-дің GSM/UMTS желісінің барлық қамту аймағында абоненттерге «HD-voice» технологиясы қолжетімді. Құрылған желі техникалық көзқарас жағынан VoLTE технологиясы бойынша LTE технологиясынан тыс дауысты қызметтерді көрсетуге әзірленген және келесі қадам - 4-ші буындағы - LTE Advanced желісін дамытуды жүзеге асыру болып табылады. Бүгінгі таңда «АЛТЕЛ» АҚ – Қазақстандағы мобильді деректерді жіберу нарығында айтулы көшбасшы.

Жобаны енгізу үшін таңдауымызды Huawei компаниясының құрылығыларына тоқтатсақ.

1. RNC

RNC – UMTS шешімі үшін Huawei компаниясының негізгі компоненті болып табылады (2.2 сурет). Радиоқатынау желісінің контроллері (RNC) lub интерфейсі арқылы базалық станцияны басқаруды қамтамасыз етеді. Ол осылайша базалық станцияның жүйесін (BSS) құрайды. RNC –тың атқаратын негізгі функциялары: радиоарнаның таралуын басқару, олардың кезегін реттеу, байланысты басқару, шектелген динамикалық коммутация, сонымен қатар жүктемені таратуды бақылау. Huawei екі RNC –өнімін ұсынады: BSC6900 және BSC6910. BSC6910 біріншіге қарағанда жоғарғы өнімділігімен ерекшеленеді. Бұл DBS3900 базалық станциясы BBU және RRU-дан тұрады.

Ол 2G желілеріндегі дыбысты таратуға қойылатын талаптарды, 3G желілерінжегі мәліметтерді таратуға деген талаптарды және LTE желілеріндегі кеңжолақты байланысқа қойылған талаптарды қамтамасыз ете алады. 3G желілерінжегі мәліметтерді таратуға деген талаптарды және LTE желілеріндегі кеңжолақты байланысқа қойылған талаптарды қамтамасыз ете алады.

2.2 сурет –RNC BSC6900

2. Huawei RTN 900

Huawei RTN 900 сериялары TDM / Hybrid / Packet / Маршрутизация саласындағы ең бірінші өнім болып табылады. Ол 2G желілеріндегі дыбысты таратуға қойылатын талаптарды, 3G желілерінжегі мәліметтерді таратуға деген талаптарды және LTE желілеріндегі кеңжолақты байланысқа қойылған талаптарды қамтамасыз ете алады.

2.3 сурет – RTN

3. Шапшаң IP Huawei RTN

Қашық магистральді АЖЖ шапшаң IP Huawei RTN-ы қашықмагистральді радиорелейлік байланыстың жаңа ұрпағының жүйесі болып табылады. Ол 16 Гбитке дейінгі ультра жоғарғы жылдамдықты қолдай

алады.

2.4 Сурет – Шапшаң IP HuaweiRTN

4. RTN 360

RTN 360 - Vдиапазонындағы жоғарғы игтеграцияланған толық ашық өнім. 59ГГц пен 64 ГГц диапазоны аралығында жиілік жолағында жұмыс істейді. Оның антеннасы, ЖЖ мен модуляциялайтын блоктары бірегей блокка біріктірілген. Осылайша дәстүрлі қысқа толқынды пештен әлдеқайда кіші және жеңіл.

Ерекшеліктері:

- TDD режимі. Ол жеңіл жұмыс пен жиіліктерді пайдаланудың жоғарғы коэффициентін қамтамасыз етеді;

- диапазонның қосалқы бөлшектеріне кететін шығынды азайтуға септігін тигізетін бүкіл V диапазонын қамтитын құрылғының бір типі.

- RTN 360-ды тығыз күшейтуін және жұмыс істей жиілігін сәйкестендіруді жеңілдедетін бірорынды жұмыс жиілігі;

- тез орнатылуы мен жеңіл өызмет көрсетуі;

- монтаждау жұмыстары мен құрылғыны орнату жұмыстарын 15 минуттан аз уақытта бітіруге мүмкіндік беретін интеграцияланған антенналар мен құрылғылар;

- антеннаны 1 минут ішінде түзетуге арналған телескопиялық нысана;

- техникалық қызмет көрсетуге кететін шығынды төмендететін, техникалық байланыссыз қызмет көрсетуге арналған порттың Wi-Fi сервисі.

5. Антенналар

Huawei компаниясының 690 мен 2690 МГц диапазонындағы мобильді байланыс үшін антенналары GSM900/1800, CDMA800/1900, UMTS900/2100, FDD-LTE и TDD-LTE технологиялары арналған 100ден астам типтен тұрады

Ерекшеліктері:

- жеңіл күшейтілуі;

- мультидиапазондық және жоғарғы кең жолақты антенналардың көпшілігі;

- «Plug and play» антенналары эксплуатацияға енгізудің эффективтілігін 50%ға дейін, ал сенімділігін дәстүрлі RET шешімдерге қарағанда 3 есе көтереді;

- «Dipole Reuse» технологиялық дизайны антенналарғаекі диапазонды қолдау үшін, енін 50% - ға дейін кішірейте отырып, тек бір дипольдік бағанды пайдалануға мүмкіндік береді;

- ең жақсы өнімділік;

- мультидиапазондық антенналар өнімділікті жоғарылату үшін және жоғарғы тәртіп үшін MIMO-ны қолдай алады;

- дипольді тордың дизайні MIMO-ның жоғарғы өнімділігін қамтамасыз етеді;

- материалдардан бастап өндіру үрдістері мен тестілеуге дейінгі сапаны бақылаудың толассыз үрдісі;

- Huawei компаниясының тестілеуді жылдамдатудың ішкі стандарттары мен әмбебап технологиялары конструкциядағы бұзылысқа тап болған нүктелерін тез табуға мүмкіндік береді.

2.5 сурет – Стандартты триподқа орнатылған бағытталған секторлы антенна

2.4 кесте – Кронштейн сипаттамасы

Кронштейн сипаттамасы	Модель	Антенна ені	Масса (кг)
3-секторлы зажим–кіші (TSC-S)	ASMC00001	<280 мм	5.8
3-секторлы зажим – орта (TSC-M)	ASMC00002	<380 мм	5.8
3-секторлы зажим –үлкен	ASMC00003	<400 мм	6.6

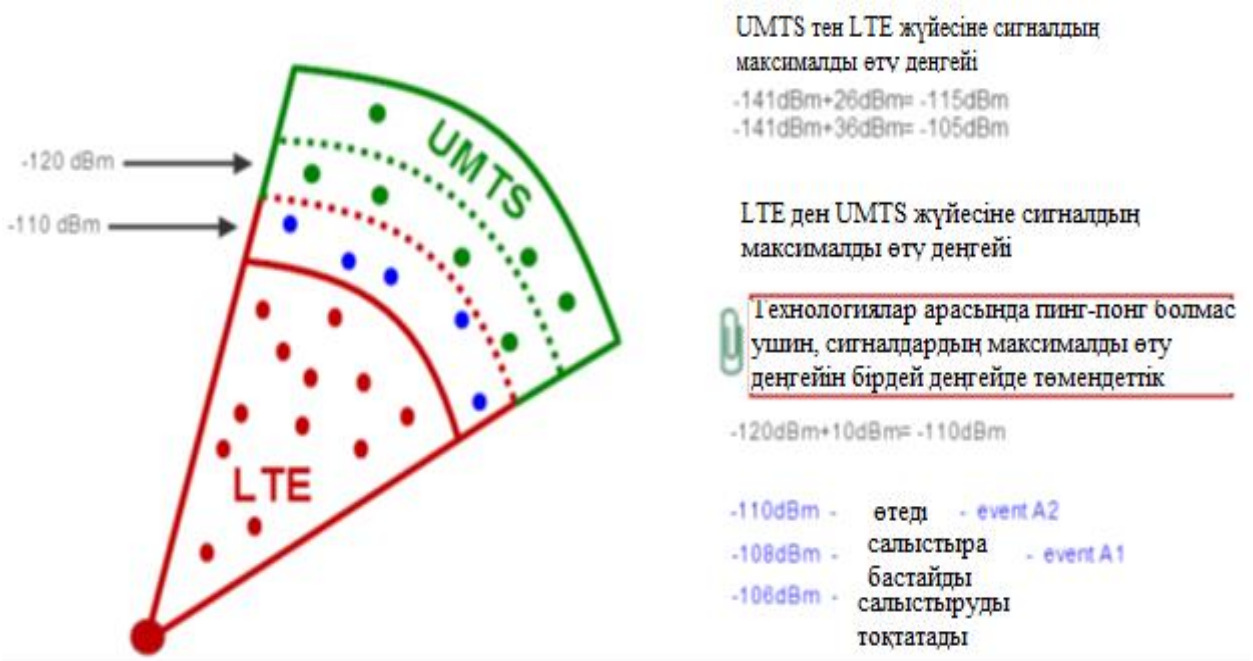
(TSC-L)			

Huawei компаниясы бірдиапазодық және екі диапазондықтық өнімдермен ТМА өнімдерінің қоса толық комплектін ұсынады. ТМА – антенналық күшейіткіштің қысқаша атауы. Ол сигнал-шу қатынасын жақсартуға және БС жүйесінің қабылдау сезгіштігін жоғарылатуға көмектеседі. Бұл БС-ның жоғары көтерілуші және төмен түсуші арналары арасындағы дисбалансты түзетеді және жоғары көтерілуші канал жабуын жақсартады.

Егер де жылдамдық төмен болса, әрі қарай біз келесі шарттар бойынша тексереміз: осы сотаның жүктелуі, бірақ та UMTS технологиясы бойынша. Егерде UMTS сотасы толып қалса, бұл қателікті жөндеу ушін біз жаңа базалық станция саламыз немесе сол соталарады, әлде көршілес соталарды тилттарды арқылы бөліп жөңдейміз.

Егерде UMTS сотасы толмаса, келесі қадамымыз RSPR Threshold бағдарламасы арқылы конфигурациялық өлшемін істейміз.

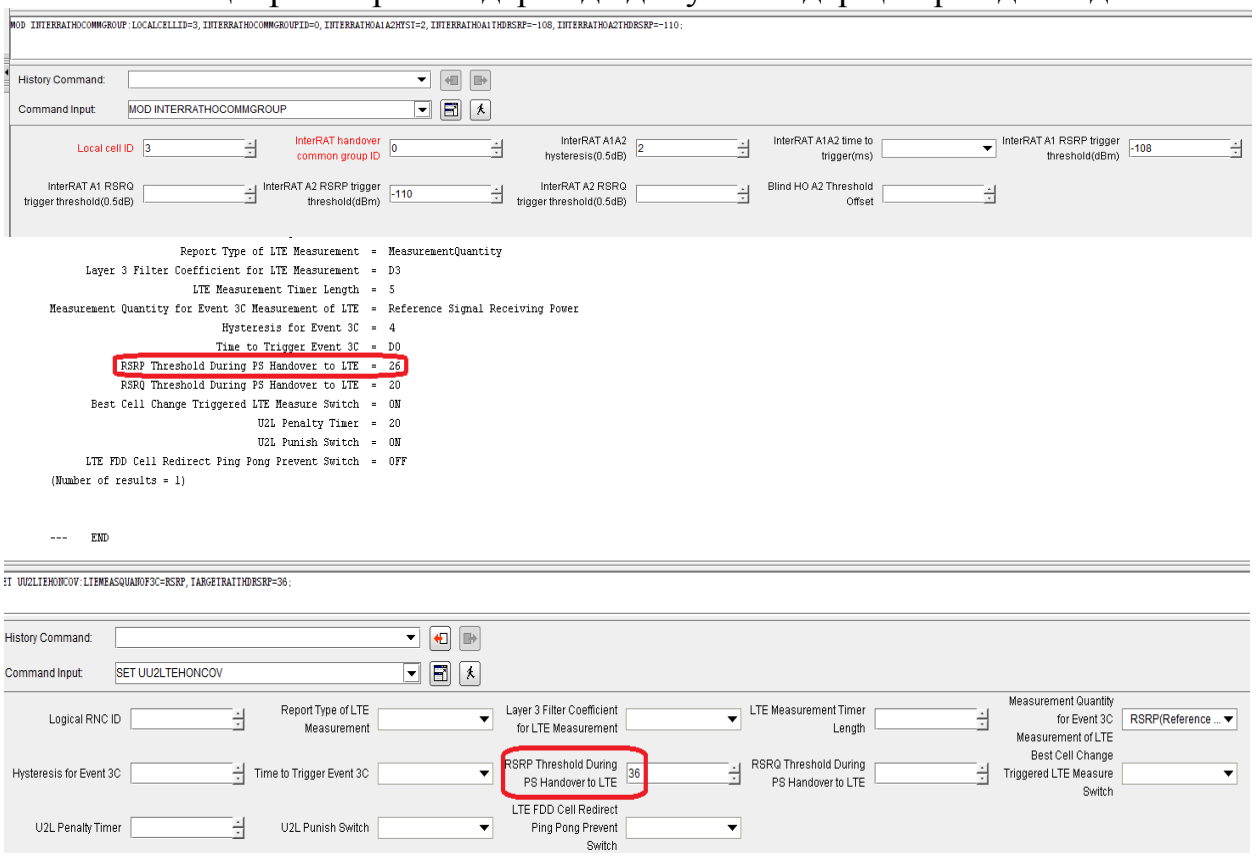
Әрі қарай шарттарын тексереміз: LTE желісінде жылдамдығы downlink пайдаланушысында 2 Мбит/с өстіме? Егер де жылдамдығы өспесе, бастапқы қадамға оралып, өлшемдерін өзгертеміз.



2.6 сурет – LTE және UMTS технологиялары арасында пайдаланушының өтуі

Әртүрлі технологияларды бір жүйеде қолданғанда, жүйеде мобильді операторлар алдында көптеген мәселелер тұрады. Солардың бірі жүктеулермен жұмыс. Өсіп келе жатқан мобильді желілік трафик жүктеулермен курестi маңызды қылады. Ұялы ғаламтор жоғарғы жылдамдықты ұялы байланыстың прогресі арқасында жаңа форматтарда ұсылынып отыр. Қазіргі таңда ұялы құрылғылар Ғаламторға ұялы желілер немесе Wi-Fi желілер арқылы байланысқа шығады. Analysis Mason зерттеуі

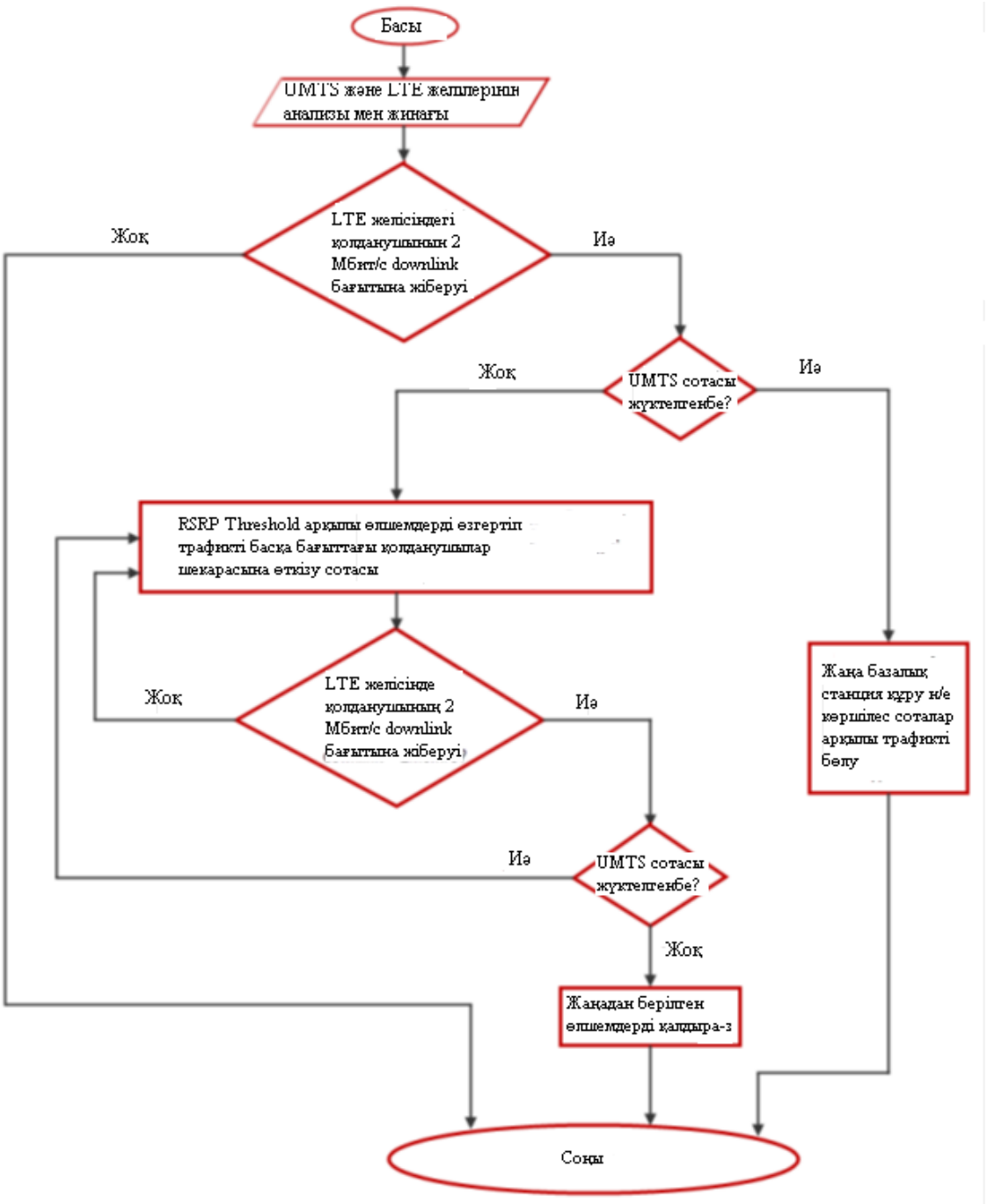
бойынша, 2018 жылға қарай LTE желілерінің тепе – тең нарығы күтіліп отыр. Азия – Тынық мұхиты региондарында дамушы елдер қатарында Индия.



2.7 сурет – iManager M2000 бағдарламасыарқылы өлшемдерінің өзгерісінің қолданысы

Біздің елемізде мобильді желілердің алдында келе жатқан LTE технологиясы.Қазіргі таңда LTE технологиясы 2G/3G стандартын бүкіл әлем бойынша ауыстырды. Сондықтан өткінші жүйеде гибридтті желілер пайда болады, жаңа және де ескі стандарт бойынша қалады. Әртүрлі технологияларды бір жүйеде қолданғанда, жүйеде мобильді операторлар алдында көптеген мәселелер тұрады. Солардың бірі жүктеулермен жұмыс. Өсіп келе жатқан мобильді желілік трафик жүктеулермен курестi маңызды қылады. Есепте ішкіжүйелік бөгеулікті есептеу үшін келесідей кейіптеме қолданылады. Кейіптемеден көрініп тұрғандай, үшкіжүйелік бөгеуліктердің қоры ұяшықтың жүктемесінің функциясы ретінде қарастырылады. Озық технологиялар мен жабдықтармен негізделген, мультитехнологиялық желі бірқатар инновациялық функциялар мен қосымшаларды пайдалануға мүмкіндік береді. АЛТЕЛ-дің GSM/UMTS желісінің барлық қамту аймағында абоненттерге «HD-voice» технологиясы қолжетімді. Құрылған желі техникалық көзқарас жағынан VoLTE технологиясы бойынша LTE технологиясынан тыс дауысты қызметтерді көрсетуге әзірленген және келесі қадам - 4-ші буындағы - LTE Advanced желісін дамытуды жүзеге асыру болып табылады. Huawei компаниясы бірдиапазодық және екі диапазондықтық өнімдермен ТМА өнімдерінің қоса толық комплектін ұсынады. ТМА – антенналық күшейіткіштің қысқаша атауы. Ол сигнал-шу қатынасын

жақсартуға және БС жүйесінің қабылдау сезгіштігін жоғарылатуға көмектеседі. Бұл БС-ның жоғары көтерілуші және төмен түсуші арналары арасындағы дисбалансты түзетеді және жоғары көтерілуші канал жабуын жақсартады.



2.8 сурет – Трафикті алгоритмді әдіспен сұрыптау

Радиожелінің бюджетін есептеу кезінде антеннаның параметрлері, кабельдегі жоғалтулар, қату кезіндегі қосалқы бөлшектер және т.б. қолданылады. Трассадағы максималды рұқсат етілетін жоғалтуларды есептеудің нәтижесі болып табылады. Қабылдағыштағы жылулық шудың қуаты сүзгінің жіберу жолағына тәуелді. LTE Advanced стандарты үшін

келісілген фильтрдің жолағы ретінде 20 МГц мәнін алуға болады. Кейіптемеден көрініп тұрғандай, үшкіжүйелік бөгеуліктердің қоры ұяшықтың

Описание	Модель продукта	Диапазон частот (МГц)	Стандарт AISG	Усиление (дБ)	Размеры (Ш*В*Г) (мм)
DD800M	ATA802000	RX: 832 - 862 TX: 791 - 821	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-16 (настраивается)	190*240*120
E900M ПОДДИАПАЗОН	ATA902002	RX: 880 - 905 TX: 925 - 950	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-16 (настраивается)	198*308*70.5
E900M	ATA902001	RX: 880 - 915 TX: 925 - 960	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-16 (настраивается)	248*324*75.5
P900M	ATA902003	RX: 890 - 915 TX: 935 - 960	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-16 (настраивается)	198*308*70.5
1800M	ATA182001	RX: 1710 - 1785 TX: 1805 - 1880	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-12 (настраивается)	160*220*100
2100M	ATA212001	RX: 1920 - 1980 TX: 2110 - 2170	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-12 (настраивается)	160*205*54.5
2600M	ATA262000	RX: 2500 - 2570 TX: 2620 - 2690	AISG 2.0	12 (по умолчанию) 8-12 (настраивается)	160*210*54.5
Двухдиапазонный DCS1800&UMTS2100 (2 порта BTS, 2 порта ANT)	ATADU2002	RX: 1710 - 1785/1920 - 1980 TX: 1805 - 1880/2110 - 2170	AISG 2.0	12	196*280*110
Двухдиапазонный DCS1800&UMTS2100 (2 порта BTS, 4 порта ANT)	ATADU2003	RX: 1710 - 1785/1920 - 1980 TX: 1805 - 1880/2110 - 2170	AISG 2.0	12	196*280*110
Двухдиапазонный DD800&EGSM900 (2 порта BTS, 2 порта ANT)	ATADU2001	RX: 832 - 862/880 - 915 TX: 791 - 821/925 - 950	AISG 2.0	12	247*342*132
Двухдиапазонный DD800&EGSM900 (2 порта BTS, 4 порта ANT)	ATADU2005	RX: 832 - 862/880 - 915 TX: 791 - 821/925 - 950	AISG 2.0	12	247*342*132

2.9 сурет – Дипломдық жобада таңдалған құрылғылардың техникалық сипаттамалары

Егерде UMTS сотасы толмаса, келесі қадамымыз RSPR Threshold бағдарламасы арқылы конфигурациялық өлшемін істейміз.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Каналдың қорын анықтау

Құрылғылардың техникалық сипаттамаларын есепке ала отырып сигналдың таралуы кезіндегі максималды жоғалтуларды есемтейміз.

1800 МГц диапазонында жұмыс істейтін FDD дуплексті жиілікті LTE жүйесі үшін энергетикалық қорыд есептеміз. Жүйелік жолақ 20 МГц тең деп есептелінеді, яғни FDD жағдайында жүйелік жолақ 10 МГц тұратын екі канал: жоғары линия (UL) және төменгі линия (DL) боліп қарастырылады.

Төменгі линия үшін модуляция түрі – QAM64, жоғарғы үшін – QAM32.

Шығыс қуаты 40 Вт (46 дБм) болатын әр секторы қабылағыш-таратқыш РЖ-блогымен қамтамасыздандырылған БС қарастырайық. РЖ-блок антеннаға тікелей жақын қашықтыққа орналыстырылады. Базалық станция төменгі линияда MIMO 2x2 режимінде жұмыс істейді. Энергетикалық қор ұяшық шегінде орналасқан абоненттік станция (АС) үшін, яғни БС сигнал/шу қатынасының (СШҚ) төмен деңгейімен есептелетіндіктен, БС бұл сигалдарды АС таратылған режимде жібереді. Екі таратқыштың қуаттарын кеңістікте қосылуының есебінен энергетикалық жеңіске жетуге болады (3дБ). АС ретінде Huawei компаниясының E5372 ұялы Wi-Fi-роутерын қолданамыз. Шығыс қуаты – 18дБм. Радиожелінің бюджетін есептеу дегеніміз трассадағы максималды жоғалтуды есептеу болып табылады. Жіберілетін жоғалту мәнін біле тұрып, таралудың сәйкес келетін модельді қолдану арқылы ұяшықтың радиусын есептеуге болады. Радиожелінің бюджетін есептеу кезінде антеннаның параметрлері, кабельдегі жоғалтулар, қату кезіндегі қосалқы бөлшектер және т.б. қолданылады. Трассадағы максималды рұқсат етілетін жоғалтуларды есептеудің нәтижесі болып табылады. Қабылдағыштың кірісіндегі E_b/N_0 минималды мәні құрылғының (қабылдағыштың) сипаттамасы ретінде қарастырылады, сәйкесінше, әр түрлі өндірушілердің құрылғыларына байланысты және де құрылығылардың қиындық деңгейіне байланысты базалық және мобильді станциялардың қабылдағыштарына байланысты әр түрлі болады. Талап телітетін E_b/N_0 мәні әр түрлі талаптарға (радиоарнаның түріне) байланысты 3GPP(3GPP 25.101) спецификациясымен анықталған. Huawei BTS құрылығысының параметрлері есепке алынған талаптар мәліметі 3.1 кестеде көрсетілген.Қабылдағыштағы жылулық шудың қуаты сүзгінің жіберу жолағына тәуелді. LTE Advanced стандарты үшін келісілген фильтрдің жолағы ретінде 20 МГц мәнін алуға болады. Қабылдағыштағы жылулық шудың мәні. Нақты қабылдағыштағы шудің деңгейі азшуылдайтын күшейткіштер, фильтрлер секілді қосымша шу тудыратын ішкі

компоненттердің сапасымен анықталады.Есептеу кезінде қабылдағыштың кірісіндегі шудың қуатының өсуін сипаттайтын ішкіжүйелік бөгеуліктердің қорының саны есепке алынады. Есепте ішкіжүйелік бөгеулікті есептеу үшін келесідей кейіптеме қолданылады. Кейіптемеден көрініп тұрғандай, үшкіжүйелік бөгеуліктердің қоры ұяшықтың жүктемесінің функциясы ретінде қарастырылады.

3.1 кесте - Бастапқы мәліметтер:

Downlink энергетикалық параметрлері:	
БС шығыс қуаты Ртар., дБм	46
БС антеннасының күшейту коэффициенті Gтар ан., дБм	18
МС антеннасының күшейту коэффициенті Gқаб ан., дБм	0
Кабель жоғалтулары (RF және BBU арасында және БС пайдаланылатын кабель түріне байланысты. Біздің жағдайда оптоталшықты кабель) Lтар.ф, дБ Lқаб ан.,дБ	0.5
Таратқыштардың қуатын қосудан болған ұту Gтар., дБ	3
Жылулық шу қуаты PN, дБм	-104.4
Қажетті сигнал/шу қатынасы MSNR, дБ	-0.24
Қабылдағыштың шу коэффициенті LN, дБ	7
Бөгеулерге қарсы қор Мбөг, дБ	8.51
Ғимаратқа енуге қор Мену., дБ	12
Көлеңкелеуге қор Мкөл., дБ	8.7
Хэндовердан ұту Gхэнд., дБ	2.5
Uplink энергетикалық параметрлері:	
МС шығыс қуаты Ртар., дБм	23
БС антеннасының күшейту коэффициенті Gтар ан., дБм	0
МС антеннасының күшейту коэффициенті Gқаб ан., дБм	18
Кабель жоғалтулары Lтар.ф, дБ Lқаб ан.	0
Таратқыштардың қуатын қосудан болған ұту Gтар., дБ	0
Жылулық шу қуаты PN, дБм	-118.4
Қабылдағыштың шу коэффициенті LN, дБ	2.5
Бөгеулерге қарсы қор Мбөг, дБ	3.8
Ғимаратқа енуге қор Мену., дБ	12
Көлеңкелеуге қор Мкөл., дБ	8.7
Хэндовердан ұту Gхэнд., дБ	2.5

Ескертулер:

1. Сигналдың ғимаратқа енуге қоры $М_{ену}$, дБ:

- Қалалық құрылыстардың өте тығыз жағдайында – 22дБ;
- Қалалық құрылыстардың орташа тығыздығында – 17 дБ;
- Құрылыстардың сирек тығыздығы жағдайында – 12 дБ (қала сыртында);
- Ауылдық аймақта – 8 дБ (ашық алаңқайда автокөлік ішінде).

2. Көлеңкелеу қорын $М_{көл}$, дБ, 8,7 дБ тең деп аламыз (қамтудың қажетті ықтималдығы 95% және көлеңкелеуде жоғалуы мүмкін орта квадраттық ауытқу 8дБ үшін)

3. Бөгеулерге қарсы қор $М_{бөг}$, дБ. Есептеу кезінде қабылдағыштың

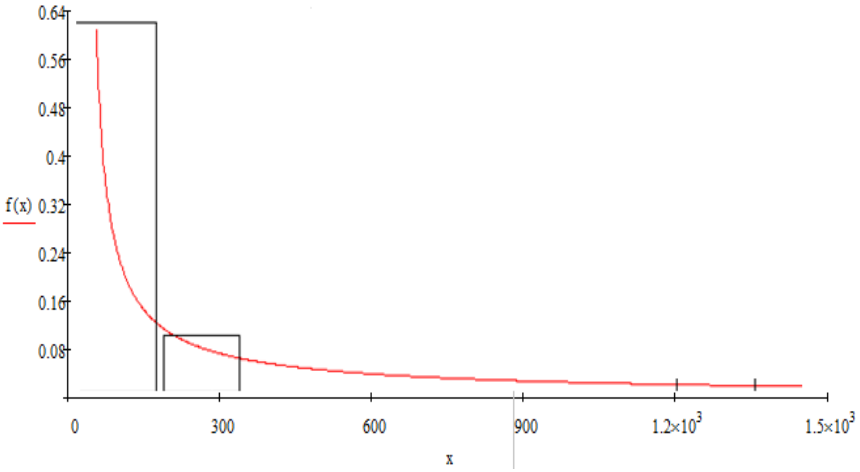
кірісінде қуаттың өсуін сипаттайтын жүйеішілік бөгеулерге қарсы тұру қоры қолданылады.

Есептеу үшін жүйеішілік бөгеулерге қарсы тұру қоры келесідей алынады:

$$M_{бөг} = -10 \cdot \log10(1-\eta), \qquad (3.1)$$

мұндағы η – ұядағы жоғарғы немесе төменгі линияның салыстырмалы жүктемесі.

Көріп отырғанымыздай жүйеішілік бөгеулерге қарсы тұру қоры ұяның жүкетме функциясы, ұядағы рұқсат етілген жүктеме мөлшері үлкен болған сайын есептеуде соншалықты үлкен қорды алу қажет. Берілген өлшемнің мәнінің ұящық жүктемесіне тәуелділігі 3.1 суретте көрсетілген.



3.1 сурет – Жүйеішілік бөгеулерге қорының салыстырмалы ұяшықтың жүктемесінен тәуелділігі.

DL линиясы үшін:

$$M_{бөг} = -10\lg(1-0.86) = 8.51 \text{ (дБ)}.$$

UL линиясы үшін:

$$M_{бөг} = -10\lg(1-0.59) = 3.8 \text{ (дБ)}.$$

(2.1) формуласы бойынша эффективті изотропты шығарылатын қуатты есептейміз:

DL үшін:

$$P_{ЭИИМ} = P_{тар} + G_{тар} + G_{тар\ ан} - L_{тар.ф} = 46+3+18-0,5=66,5 \text{ (дБм)}.$$

UL үшін:

$$P_{ЭИИМ} = P_{тар} + G_{тар} + G_{тар\ ан} – L_{тар.ф} = 23+0+0-0 = 23\ (дБм).$$

Қабылдағыштың сезімталдығын анықтаймыз:

$$S_{қаб} = P_N+M_{SNR}+L_N \qquad (3.2)$$

DL үшін:

$$S_{қаб\ DL} = -104,4 – 0,24 +7 = -97,6\ (дБм)$$

UL үшін:

$$S_{қаб\ UL} = -118,4 +0,61 +2,5 = -115,29\ (дБм).$$

Энергетикалық сипаттамалар бойынша жалпы өшулік келесідей есептелінеді:

$$L_{жал} = P_{ЭИИМ} – S_{қаб} + G_{қаб\ ан} – L_{қаб\ ан} – M_{ену}– M_{бөг} – M_{көл}+ G_{хэнд} \qquad (3.3)$$

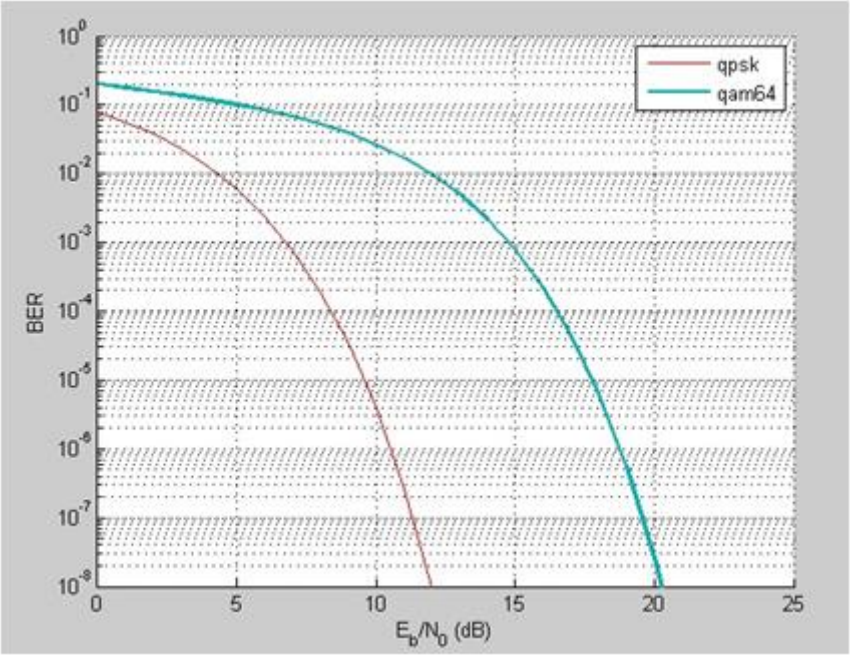
DL үшін:

$$L_{жал.DL} = 66,5 + 97,6 – 0 – 0 – 17 – 8,51 – 8,7 + 2,5 = 132,39\ (дБ).$$

UL үшін:

$$L_{жал.UL} = 23 + 115,29 +18 – 0,5 – 17 – 3,8 – 8,7 + 2,5 = 128,79\ (дБ).$$

DL және UL үшін табылған МДП екі мәнінің ішінен төменде байланыс ұзақтығын және ұяшық радиусын есептеу үшін минималдысын таңдаймыз..



3.2 сурет – QPSK және QAM-64 модуляциялары үшін биттік қателіктердің СШҚ тәуелділігі.

3.2 суреттен қажетті $P_в=10^{-4}$ биттік қателік ықтималдығына қол жеткізу үшін QPSK үшін СШҚ 8.5 дБ қамтамасыз ету керек.

Біздің жағдайда энергетикалық ұту 3 дБ тең. Демек, QPSK үшін 8.5 – 3 = 5.5 дБ СШҚ қамтасыздандыруымыз керек.

Таратушы құрылғының қуат шығаруының деңгейін $P_{тар}$ бағалайық. Таратқыш қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{тар} = P_{қаб} + L_{жал} - G_{таран} - G_{қабан}, \quad (3.4)$$

мұндағы $P_{қаб}$– қабылдағыш сезімталдығы;

$L_{жал}$=133,79 дБ – UL жоғары деңгейі үшін есептелінген радиоканалдағы өшулік;

$G_{таран}$ = 0дБ – таратушы антеннаның күшейту коэффициенті;

$G_{қабан}$ = 18дБ – қабылдағыш антеннаның күшейту коэффициенті.

Қабылдағыштың сезімталдығы:

$$P_{қаб} = P_{ш} + N_k + \frac{C}{N} \quad (3.5)$$

мұндағы $P_ш$ – қабылдағыштың кірісіндегі шудың қуаты;

N_k= 7 дБ – қабылдағыштың шу коэффициенті;

$\frac{C}{N}$ - аналогты СШҚ.

Шу қуаты:

$$P_ш = k * T * П_ш \quad (3.6)$$

мұндағы k= 1.38*10^{-23} Дж/К – Больцман тұрақтысы;

T=293 К – шуыл температурасы;

$П_ш$ – қабылдағыштың шуыл жолағы;

$П_ш = \Delta f * 1.1$тең;

Δf – эффективті өткізу жолағы.

Аналогты СШҚ келесідей анықталады:

$$\frac{C}{N} = \frac{E_b}{N_o} + 10 * log \frac{R_n}{П_ш} \quad (3.7)$$

мұндағы $\frac{E_b}{N_o}$– цифрлы СШҚ = 5,5 дБ (жоғарыда айтылғандай);

R_n– мәлімет тарату жылдамдығы.

Эффективті өткізу жолағы есептелуі:

$$\Delta f = \frac{R_n}{log_2 M} \quad (3.8)$$

мұндағы M – модуляция позициялығы.

QPSKпрофилі үшін таратқыш қуатын және қабылдағыш сезімталдығын есептейміз.

Кестедегі мәндер бойынша келесі параметрлерді анықтаймыз: Δf = 10 МГц, тасығыш саны p = 601.

3.2 кесте – Сигналдың OFDM /QAM параметрлерінің мәндері

Параметрлер	Параметр мәндері					
Сигнал спектрінің кеңдігі (BW)	1.4 МГц	3МГц	5 МГц	10 МГц	15 МГц	20 МГц
Төменгі кадр ұзақтығы	0.5 мс					
Тасығыштар ды тіркеу	15 кГц					
Дискретизация жиілігі (тактілік жиілік)	1.92МГц(1/2 x3.84МГц)	1.84МГц	7.68 МГц(2x3.84МГц)	15.36МГц(4x 3.84МГц)	23.04МГц (6x3.84МГц)	30.72 МГц(8x 3.84МГц)
Фурье түрлендіруінде нүкте саны	128	256	512	1024	1536	2048
Тасығыш жиілік саны	73	181	301	601	901	1201
Төменгі кадрдағы OFDM симво	7/6					

лдарының саны(қысқа/ұзын ТС)							
ТС ұзақтығы, мкс	Қысқа ТС	5.21x1*;4.69x6**					
	Ұзын ТС	16.67/32	16.67/64	16.67/128	16.67/256	16.67/384	16.67/512
Ескерту - *5.21 жиілікті – уақыттық блоктағы PRB(Physical Resource Block) алғашқы OFDM /QAM символ үшін. **4.69 PRB –дағы келесі алты OFDM/QAM символ үшін.							

Эффективті өткізу жолағы белгілі болған кезде мәлімет тарату жылдамдығын анықтауға болады:

$$R_n = \Delta f \cdot \log_2 M = 10 \cdot 10^6 \cdot \log_2 4 = 20 \cdot 10^6 (бит/с)$$

Шуыл жолағы:

$$П_ш = 10 \cdot 10^6 \cdot 1.1 = 11 \cdot 10^{60} (Гц)$$

Қабылдағыштың кірісінде шуыл қуаты:

$$P_ш = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 11 \cdot 10^6 = 44.47 \cdot 10^{-15} = -133.519 (дБ)$$

Аналогты СШҚ:

$$\frac{C}{N} = 5.5 + \log_2 \left(\frac{20 \cdot 10^{-6}}{11 \cdot 10^{-6}} \right) = 6.36 (дБ)$$

UL үшін қабылдағыштың сезімталдығын анықтаймыз:

$$P_{прм} = -133.519 + 7 + 6.36 = -120.15 (дБ) = 9.66 \cdot 10^{-12} (Вт)$$

UL үшін бір тасығышты тарату кезіндегі таратқыш қуаты:

$$P_{прд} = -120.15 + 133.79 - 0 - 18 = -4.36 дБ = 0.366 (Вт)$$

UL жоғары линияда толық сигналды тарату үшін қажетті тартқыш қуаты:

$$P_{прд} = 0.366 \cdot 601 = 219.966 (Вт)$$

3.2 БС және МС қамту аймағын COST231-Хата моделімен есептеу

Могенсен өзге авторлармен бірге Окомура және Хата моделдерін 1.5 – 2 ГГц жиілік диапазонына дейін кеңейтуді ұсынды. Бұл диапазонда Окомура және Хата моделдерін қолдану сигнал өшуін ескермеуге әкеледі. COST231-Хата моделі 1.5 – 2ГГц диапазонындағы тасушы жиіліктерге, базалық станцияның 30 – 200 м биіктігі, жылжымалы станцияның 1 – 10 м биіктігі және арақашықтықтары 1-20 км шартына сай.

Модель өшулікті төменлегі формуламен бағалауға мүмкіндік береді:

$$Lp = 46.3 + 33.9\lg(f_0) - 13.831g(h_b) - a(h_m) + [44.9 - 6.55\lg(h_b)] \lg r + C \quad (3.9)$$

мұндағы C – тұрақты: біркелкі өсімдікті орташа қалалар және қала маңы аймақтары үшін $C = 0$ және үлкен қалалардың орталықтары үшін $C = 3$.

Берілген формуланы келесі шарттар орындалған жағдайда қолдануға болады:

- f_0: тасушы жиілік 1500 – 2000 МГц;
- h_b: 30 – 200 м;
- h_m: 1 – 10 м;
- r: 1 – 20 км.

f0 = 1880 МГц,
hb = 30 м,
hm = 3 м,
C=0, деп қабылдаймыз.

Түзету коэффициентін $a(h_m)$ келесі формуладан анықтаймыз:

$$a(h_m) = (1{,}1*\log f_0 - 0{,}7)\cdot h_m - (1{,}56*\log f_0 - 0{,}8) \quad (3.10)$$

$$a(h_m) = (1{,}1*\log 1880 - 0{,}7)\cdot 3 - (1{,}56*\log 1880 - 0{,}8) = 4{,}39$$

(3.9) формуласына мәндерін қоямыз:

$$133{,}79 = 46.3 + 33.9\lg 1880 - 13.831g30 - 4{,}39 + [44.9 - 6.55\lg 30] \lg r + 0,$$

Осы жерден r байланыс қашықтығын анықтаймыз, r = 1.62 км.

S_{eNB} үш секторлы сайттың қамту ауданын есептейміз:

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8}r^2 \quad (3.11)$$

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8}\cdot 1.62^2 \approx 5{,}11(км^2)$$

3.3 WCDMA жүйесінің радиолиниясының қорын есептеу

Радиолинияның қорын есептеудің міндеті – трассадағы максималды мүмкін жоғалтуларды бағалау. Мүкін жоғалтулардың мәнін біліп және лайықты моделді пайдаланып ұяшықтың радиусын анықтауға болады. Радиолинияның қорын есептеу кезінде антенна параметрлері, кабелдегі жоғалтулар, таратудан ұту, тына қалуға қорлар және т.б. есепке алынады. Есептеудің нәтижесі – трассадағы максималды рұқсат етілген жоғалтулар.

Есептеуде қолданылатын негізгі параметрлер:

E_b/N_0 – биттың орташа энергиясының шудың тығыздығына қатынасы. E_b/N_0 талап етілген қатынасы қызмет түріне, абоненттің қозғалысының жылдамдығы және радиоканалға байланысты.

КірістегіE_b/N_0 мүмкін минималды мәні құрылғының сипаттамасы юолып табылады және ол түрлі өндірушілер үшін әр түрлі болады, соныымен қатар ол базалық және мобилді станцияның құрылымының қиындығына байланысты ерекшелінеді. Алайда E_b/N_0 қатынасының талап теілетін мәні түрлі радиоканалдар үшін 3GPP ерекшеліктерімен анықталған. WCDMA BTS құрылғыларының параметрлерін есепке алатын бұл талаптар 2.3 кестеде көрсетілген:

3.3кесте – түрлі типтер үшін E_b/N_0 мәндері

Жоғары линиясы	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ	E_b/N_0, дБ
қызмет түрі / жылдамдық	Телефония	64 кбит/с	144 кбит/с	384 кбит/с
3 км/сағ	4,4	2	1,4	1,7
120 км/сағ	5,4	2,9	2,4	2,9
Төменгі линия	E_b/N_0,дБ	E_b/N_0,дБ	E_b/N_0,дБ	E_b/N_0,дБ
қызмет түрі / жылдамдық	Телефония	64 кбит/с	144 кбит/с	384 кбит/с
3 км/сағ	7,9	5	4,7	4,8
120 км/сағ	7,4	4,5	4.2	4,3

E_b/N_0қажетті мәне келесілерге тәуелді:

- қызмет тұрі (тарату жылдамдығы, BER,BLER талаптары, каналдық кодтау әдісі);

– радиоканалға (абоненттің қозғалу жылдамдығы, жиілік, көпсәулелік);

– байланыс түрі (жеңіл хэндовер, тіркелген қабылдау, қуатты жылдам басқаруды қолдану).

3.4 UMTS қабылдағышының сезімталдығын есептеу

Қабылдағыштың кірісінде сигналдың минималды шектеулі деңгейі келесідей анықталады:

$$P_{пр}(\text{дБмВт}) = P_{ш}(\text{дБмВт}) + (E_b/N_0)_{треб}(\text{дБ}) - G_{обр}(\text{дБ}), \qquad (3.12)$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{треб}$ – E_b/N_0талап етілген мәні;

$G_{обр}$ – өңдеуден ұтым;

$P_ш$ – қабылдаңыштың өзіндік шу қуаты.

Есептеуде қолданылатын негізгі параметрлер:

E_b/N_0 – биттың орташа энергиясының шудың тығыздығына қатынасы. E_b/N_0 талап етілген қатынасы қызмет түріне, абоненттің қозғалысының жылдамдығы және радиоканалға байланысты.

Қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың минималды шектеулі мәні E_b/N_0талап теілген мәніне, тұтынушының мәліметтерін жіберу жылдамдығына, қабылдағыштың аналогтық компоненттерінің сапасына, бөгеуілдер деңгейіне тәуелді. Бөгеуілдерді түрлі жағдайлар салдарынан пайда болады: қызмет көрсетілетін сота абоненттері, басқа сота қызмет көрсететін абоненттер, қолданыстағы жиілік каналының диапазонында жұмыс істейтін басқа да бөгеіул көздері.

Қабылдағыштың өзіндік шу қуаты:

$$P_ш = N + K_ш (\text{дБмВт}), \tag{3.13}$$

мұндағы N –қабылдағыштағы жылу шуының қуаты, дБмВт

$$N = k \cdot T \cdot B, \tag{3.14}$$

мұндағы k- Больцман тұрақтысы ($1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К);

T – өткізгіш температурасы.

Қабылдағыштағы жылу шуының қуаты фильтрдің өткізу жолағына тәуелді. UMTS стандарты үшін келісілген фильтр жолағын 3.84 МГц тең деп алуға болады.

Қабылдағыштағы шу коэффициенті $K_ш$ = 7 дБ DL линиясы үшін, $K_ш$ = 2,5 дБ UL линиясы үшін.

Қабылдағыштың сезімталдығын анықтау қажет$P_{пр}$(дБмВт), өткізгіш температурасы,$T°$, линия түрі (DL, UL), қабылдағыштың шу коэффициенті$K_ш$ (дБ), қабылдағыштың келіслігенфильтр жолағы B (МГц), биттің орташа энергиясының шудың спектралды тығыздығына қатынасы E_b/N_0 (дБ), өңдеуден ұтым$G_{обр}$(дБ) белгілі.

3.4 Кесте – Бастапқы мәліметтер

E_b/N_0 (дБ)	7,9
Линия түрі	DL
$K_ш$ (дБ)	6
273° + Т°	25
B (МГц)	4,2
$G_{обр}$(дБ)	5

Есептеу:

Қызметтер – телефония, абонент жылдамдығы – 3 км/сағ.

Кесте бойыншаE_b/N_0мәні =7,9 дБ.

$$N= k\cdot T\cdot B=1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 298\cdot 4{,}2\cdot 10^{6}=1{,}73\cdot 10^{-14}(\text{Вт}),$$

$$N=10\cdot\log(1{,}73\cdot 10^{-14}/0.001)=-107{,}62\ (\text{дБмВт}).$$

Қабылдағыштың өз шуының қуаты

$$P_{ш}= N+K_{ш} = -107{,}62 + 6 = -101{,}62\ (\text{дБ}).$$

Қабылдағыш сезімталдығы

$$P_{пр} = -101,\ 62 + 7{,}9 – 5= - 98{,}72\ (\text{дБ}).$$

3.5 WCDMA желісінің максималды мүмкін жоғалтуларын есептеу

Максималды мүмкін жоғалтулар

$$L_{MARL} = P_{EIRP} – S_{Rx} + G_{RxA} – L_{RxF} –M_{Build} – M_{Int} – M_{Shade} +G_{HO}, \qquad (3.15)$$

мұндағы P_{EIRP} – таратқыш ЭИСҚ, дБ;

S_{Rx} – қабылдағыш сезімталдығы, дБ;

G_{RxA} – антеннаның күшейту коэффициенті, дБи;

L_{RxF} – фидерлі тракт жоғалтулары, дБ;

M_{Build} – бөлмеге ену қоры, дБ;

M_{Int} – жүйеішілік бөгеулер қоры, дБ;

M_{Shade} – көлеңке қоры, дБ;

G_{HO} – хэндовердан ұтым, дБ.

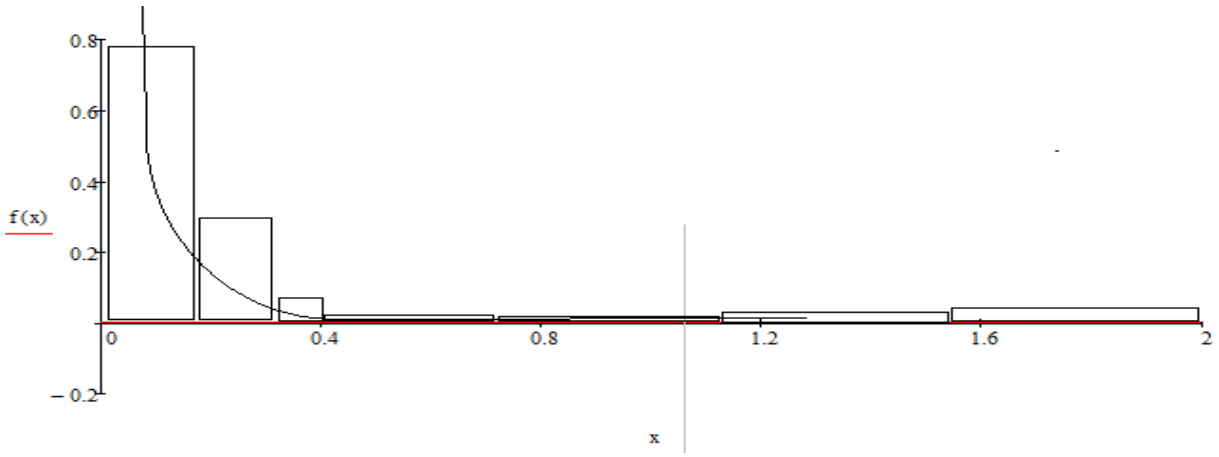
Рұқсат етілген жүйеішілік бөгеулерге қор.

Есепетеген кезде қабылдағыш кірісіндегі қуаттың өсуін сипаттайтын жүйеішілік бөгеулерге қор пайдаланылады. Есептеу үшін жүйеішілік бөгеулер қоры келесіге тең деп алынады:

$$M_{Int}=-10\cdot log_{10}(1-\eta), \qquad (3.16)$$

мұндағы η – жоғары немесе төменгі линиядағы сотаның салыстырмалы жүктемесі

Көріп отырғанымыздай, жүйеішілік бөгеулерге қор сотаның жүктемесіне тәуелді функция, сотадағы рұқсат етілген жүктеме жоғары болған сайын, есептеуде соншалықты жоғары қорын есепке алу қажет. Жүктеме мәні 100% дейін өскенде бөгеулерге қор шексіздікке ұмтылады және сотаның қызмет ету аймағы нөлге дейін азаяды. Бұл өлшемнің сотаның жүктемесіне тәуелділігі 2.1 суретте көрсетілген.



3.3сурет–Жүйеішілік бөгеулерге қордың мәнінің сотаның салыстырмалы жүктемесі мәнінен тәуелділігі

Жеңіл хэндовердан ұтым.

Жеңіл хэндовер мобильді станция бір уақытта кем дегенде екі сотамен байланысқан кезде пайда болады. Егер бұл екі сот екі түрлі базалық станцияға (Node B) қарайтын болса, екі жоғары каналдың бірігуі радиожүйенің контроллерімен (RNC) жүзеге асады. Соталар бір базалық станцияға қарайтын жағдайда сигналдардың бірігуі базалық станцияға қатысты. Төменгі линияда екі каналдың бірігуі мобильді станцияның RAKE-қабылдағышымен оптималды қосынды арқылы жүзеге асады.Түрлі каналдың сигналдары олардың коэффициенттерінің салмағына қарай қосылатын, ал күшейту коэффициенті әрбәр каналда сигнал қуатының орташа квадратының мәне тура пропорционал және осы каналдағы шу қуатының мәніне кері пропорционал болатын тіркелген қабылдау әдісі сияқты қарастыруға болады. Оптималды қосынды кезінде сигнал/шу қатынасы шығыста максималды. Жеңіл хэндовердан ұтым макро-тіркелген қабылдау есебінен болады, сәйкесінше көлеңке зоналарынан және кідірістердің негативті эффектісін азайтады. Нақты желіде көптеген соталардың қызмет ету аймағы қиылысады. Сота шекарасында мобильді станция сол кезде қол жжетімді соталардың ішінен ең жақсысын таңдай алады, яғни модильбі станция бір байланыспен шектелмеген. Бұл кідіріске қор радиолиния бюджетін есептеген кезде төмендеуіне әкеліп соғады, E_b/N_0қажет мәні төмендейді. Жеңіл хэндовердан ұтыс радиотолқынның таралу шарттарына байланысты. Қалалы аймақтарда сигнал кідірістері өте типті болатын жерде, түрлі сигнал көздерінен келген сигнал кідірістері аз, осылайша жеңіл хэндовердан ұтым өседі. Дәл осылайша керісінше ауылды аймақта сигналдар кідіріске онша ұшырамайтындықтан, түрлі көздерден сигналдар арасындағы корреляция өседі және ұтым азаяды. Ұтым мәні 2-5дБ шегінде өзгеруі мүмкін. Радиолиния есептеу үшін типтік өлшем бірлік 2-3 дБ құрайды.

Қуатты басқару шектеулері немесе жылдам кідіріс қорлары.

UMTS –те қуатты жылдам басқару алгоритмі көпсәулелік салдарынан

пайда болатын жылдам кідірістер кезінде қабылдағыш кірісінде E_b/N_0 қажетті мәнін ұстап тұру үшін енгізілген.Кідіріс тереңдігінің мәні 30 дБ жетуі мүмкін. Қуатты жылдам басқару қозғалу жылдамдығы төмен абоненттер үшін ерекше қажет, себебі олар терең кідіріс мәнін компенсациялау үшін тез орын ауыстыра алмайды. Мобильді станцияның шекарасында таратқыш қуаты максималды, осылайша жылдам кілірістер компенсациялау үшін қуатты басқаруға қор қалмайды.

Осы үрдісті есепке алу үшін жылдам кідірістерге қоры өлшем бірлігін қабылдаймыз. Жылдам кідірістерге қор өлшемі абонент жылдамдығына тәуелді. Қор мәнінің абонент жылдамдығына тәуелділігі 2.3 кестесінде көрсетілген.

3.5 кесте – Жылдам кідірістерге қорының типтік мәндері

Абонент түрі, қозғалу жылдамдығы	Жылдам кідірістерге қорының типтік мәндері
Аз жылдамдық (3 км/ч)	3-5 дБ
Орташа жылдамдық (50 км/ч)	1-2 дБ
Жоғары жылдамдық (120 км/ч)	0.1 дБ

L_{MARL}WCDMA желісінде максималды мүмкін жоғалтуларды есептеу, таратқыштың ЭИСҚ - P_{EIRP} (дБ), қабылдағыш сезімталдығы - S_{Rx}, (дБ), антеннаның күшейту коэффициенті - G_{RxA}(дБм), фидерлік трактеіде жоғалтулар - L_{RxF}, (дБ), бөлмеге ену кезіндегі қор - M_{Build} ,(дБ), көлеңкеге қоры - M_{Shade}, (дБ), хэндовердан ұтым -G_{HO} (дБ), сота жүктемесі–ηбелгілі

3.6 кесте – Бастапқы мәліметтер

Линия түрі	DL
P_{EIRP} (дБ)	63
H	0,6
S_{Rx}, (дБ)	-97
G_{RxA}(дБи)	17,8
L_{RxF}, (дБ)	0,5
M_{Build} ,(дБ)	12
M_{Shade}, *(дБ)*	8,7
G_{HO} *(дБ)*	2,5

*Ескерту:*енудің қоры типтік мәндері:
- 22 дБ тығыз қалалық құрылыс шартында;
- 17 дБ орташа қалалық құрылыс шарттарында;
- 12 дБ сирек құрылыс шарттары (қала маңы);
- 8 дБ ауылды аймақта (ашық алаңда автокөлікте).

Есептеу:

Бөгеулерге қорды есептеймізМ$_{Int}$, дБ

$$M_{Int}=-10\cdot\log_{10}(1-\eta) = -10\lg(1-\eta) = -10\lg 0{,}1 = 10 \text{ (дБ)}.$$

Максималды рұқсат етілген жоғалтулар:

$$L_{MARL} = 63 + 97+17,8 -0,5 -12 – 3,98 – 8,7 +2,5= 155,12 \text{ (дБ)}.$$

Жоғары линия есептеу (UL) WCDMA

Жоғары линия (UL) есептеу бірнеше кезеңнен тұрады:

- базалық станцияның қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәнін есептеу;
- қабылданатын сигналдың талап етілген мәнін есептеу;
- мобильді станцияның сәулеленуінің эффективті қуатын есептеу;
- максималды мүмкін жоғалтуларлы есептеу.

3.6 Базалық станцияның қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәнін есептеу

БС қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәнін (3.17) формула бойынша есептейміз:

$$P_{прбс}(\text{дБмВт})= P_{ш}(\text{дБмВт})+ (E_b/N_0)_{треб}(\text{дБ}) – G_{обр}(\text{дБ}), \quad (3.17)$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{треб}$ – талап етілген E_b/N_0 мәні;

$G_{обр}$ – өңдеуден ұтым;

$P_{ш}$ – қабылдағыштың өзіндік шу қуаты.

Сараптама үшін Huawei базалық станциясы таңдалды. Бұл БС қабылдағышты шу коэффициенті 3 дБ-ден кем емес. Есептеулер үшін Кш=3 дБ тең деп аламыз.

БС қабылдағыштарының шу қуаты (3.2) формуладан:

$$P_{ш} = N+K_{ш}(\text{дБмВт}).$$

Бұл қызмет түріне қабылдағыш кірісінде E_b/N_0 минималды мүмкін мәні 1.7 дБ, абонент жылдамдығы 3 км/сағ кезінде.

Өңдеуден ұтым:

$$G_{обр}=10log(R_{чип}/R_{польз}), \quad (3.18)$$

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

$R_{польз}$-тұтыныушының мәлімет жіберу жылдамдығы, кбит/с.

Сонымен қатар жеңіл хэндовер есебінен ұтым және жүйеішілік бөгеулер қорын есепке алу қажет. Ұтым мәнін $G_{хо}$=2 дБ тең деп қабылдаймыз. Жүйеішілік бөгеулер қорын (3.16) формуладан табамыз. Бастапқы есептеулер үшін сота жүктемесін 50% тең деп аламыз. Сотаның салыстырмалы жүктемесінің мүмкін мәні 50% деп саналады.

Жүйеішілік бөгеулер қоры:

$$M_{Int} =-10\cdot\log_{10}(1-\eta). \quad (3.19)$$

Жоғарыда аталғандарды есепке ала отырып БС қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мәні:

$$P_{прбс}=P_ш + (E_b/N_0)_{треб} - G_{обр} + L_п - G_{хо} \text{ (дБмВт)}, \qquad (3.20)$$

UMTS БС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеу керек, өткізгіш температурасы, $T°$, линия түрі (DL, UL), қабылдағыштың шу коэффициенті$K_ш$ (дБ), қабылдағыштың келісілген фильтрі жолағыB (МГц), биттің орташа энергиясының спектралды шуға қатынасыE_b/N_0 (дБ), чиптік жылдамдық $R_{чип}$ (чип/с), тұтынушының мәлімет тарату жылдамдығы $R_{польз}$ (кбит/с), сота жүктемесі–ηбелгілі жағдайда. Қабылдағыштың өзіндік шуын алдыңғы есептен алу.

3.7 кесте – Бастапқы мәлімет

E_b/N_0 (дБ)	2
$10^6 \cdot R_{чип}$(чип/с)	3,84
$R_{польз}$ (кбит/с).	384
273° + Т°	30
B (МГц)	3,84
$K_ш$ (дБ)	3
Н	0,7

Есептеу:

Қабылдағыштағы жылу шуы қуаты:

$$N= k \cdot T \cdot B=1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 303 \cdot 3,84 \cdot 10^6=1,61 \cdot 10^{-14} \text{(Вт)},$$

$$N=10 \cdot \lg(1,61 \cdot 10^{-14}/0.001)=-107,9 \text{ (дБмВт)}.$$

БС қабылдағышының шуының қуаты:

$$P_ш = N+K_ш=-107,9+3=-104,9 \text{ (дБмВт)}.$$

Өңдеуден ұтым:

$$G_{обр} =10\log(R_{чип}/R_{польз})=10\log(3,84 \cdot 10^6/384 \cdot 10^3)=10 \text{ (дБ)}.$$

Жүйеішілік бөгеулер қоры:

$$M_{Int}=-10 \cdot \log_{10}(1-0.7)=5,23 \text{ (дБ)}.$$

Базалық станцияның қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәні:

$$P_{прбс}=P_ш + (E_b/N_0)_{треб} - G_{обр} + L_п - G_{хо} =-104,9+2-10+3-2= -111,9 \text{ (дБмВт)}.$$

3.7 Қабылданатын сигналдың қуатын анықтау

Қабылданатын сигналдың талап етілетін деңгейі келесі өрнектен анықталады**:**

$$P_{пр}=P_{прбс}+L_{фидер}-G_{бс}+L_{ff}\,(\text{дБмВт}), \qquad (3.21)$$

мұндағы $L_{фидер}$ – фидердегі жоғалтулар, дБ. Әдетте фидер ұзындығы ондағы жоғалтулар мәні3 дБ аспайтындай етіп таңдалады;

$G_{бс}$ – БС антеннасының күшейту коэффициенті, дБ.;

L_{ff}–жылдам кідірістерге қор, дБ.

2.4 Қабылданатын сигналдың талап теілетін қуат деңгейін анықтау қажет, фидердегі жоғалтулар $L_{фидер}$ (дБ), БС күшейту коэффициенті $G_{бс}$ (дБ), жылдам кідіріс қоры L_{ff} (дБ) белгілі. БС қабылдағышының қуатын алдыңғы есептен алынады.

3.8кесте – Бастапқы мәліметтер

$L_{фидер}$ (дБ)	2,5
$G_{бс}$ (дБ)	16
L_{ff} (дБ)	3

Есептеу:

$$P_{пр}=P_{прбс}+L_{фидер}-G_{бс}+L_{ff}=-111{,}9+2{,}5-16+3=-122{,}4\ \text{дБмВт}$$

3.8Мобильді станцияның эффективті сәулелену қуатын есептеу

Мобильді станцияның эффективті сәулелену қуаты келесі өрнектен табылады:

$$P_{изМС}=P_{МС}+G_{БС}-L_{тело}\,(\text{дБмВт}), \qquad (3.22)$$

мұндағы $P_{МС}$ – мобильді станция таратқышының қуаты. Есептеу үшін стандартпен анықталған мобильді станцияның минималды қуаты алынған (класс 4 – 21 дБмВт);

$G_{БС}$ – БС күшейту коэффициенті, 0 дБ тең деп алынды;

$L_{тело}$ – абонент денесінде кідіріс кезіндегі жоғалтулар. Есептеу үшін $L_{тело}$ 3 дБ деп алынады. Денедегі кідіріс кезіндегі жоғалтулар қызметтің дауыстық түрінде есепке алынып, мәлімет тарату кезінде алынбайтынын атап өту керек.

UMTS мобильді станциясының эффективті сәулелену қуатын анықтау қажет. Мобильді станция таратқышының қуаты$P_{мс}$ (дБмВт). БС күшейту коэффициенті$G_{мс}$ (дБ),абонент денесіндегі кідіріс кезіндегі жоғалтулар белгіді болса $L_{тело}$ (дБ).

3.9Кесте – Бастапқы мәліметтер

$P_{МС}$ *(дБмВт)*	8
$L_{тело}$ *(дБ)*	0

$G_{БС}$ (дБ)	0

Есептеу:

$$P_{изМС}=P_{МС}+G_{БС} - L_{тело} =8+0-0=8 \text{ (дБмВт)}$$

3.9Максималды мүмкін жоғалтуларды анықтау

Трассадағы максималды мүмкін жоғалтулар:

$$L= P_{изМС}- P_{пр}, \quad (3.21)$$

3.6, 3.4, 3.5 нәтижелері бойынша UMTS жоғары линиясында максималды мүмкін жоғалтуларды анықтау қажет.

L=8-(-122,4)=130,4 (дБ)

Төменгі линия (DL) WCDMA

Бұл есептеу де бірнеше кезеңнен тұрады:

- МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеу;
- қабылданатын сигналдың талап етілген мәнін анықтау;
- БС эффективті сәулелену қуатын есептеу;
- Трассада минималды мүмкін жоғалтуларды табу.

3.10МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеу

МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеуБС есептеумен бірдей:

$$P_{прмс}\text{(дБмВт)}= P_{ш}\text{(дБмВт)}+ (E_b/N_0)_{треб}\text{(дБ)} – G_{обр}\text{(дБ)}. \quad (3.22)$$

Мобильді станция қабылдағышы БС қабылдағышына қарағанда қарапайымдау, оның ішінде қарапайымдырақ компоненттер қолданылады, сәйкесінше шу коэффициенті жоғарырақ.Стандарт бойынша МС қабылдағышыныг шу коэффициенті<9 дБ болуы керек.Есептеулер үшін$Kш$=8 дБ деп алайық.

МС қабылдағышының өзіндік шуларының қуаты:

$$P_{ш} = N+Kш \text{ (дБмВт)}.$$

МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін шамасы, жүйеішілік бөгеулер және жеңіл хэндоверден ұтым есепке алынды:

$$P_{прМС}=P_{ш} + (E_b/N_0)_{треб} – G_{обр}– L_{п}– G_{хо} \text{ (дБмВт)}, \quad (3.23)$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{треб}$ –бұл қызмет түрі үшін қабылдағыштың кірісіндегі E_b/N_0 мәні 4.8 дБ құрайды, абонент жылдамдығы 3 км/ч;

$G_{обр}$ =10log($R_{чип}/R_{польз}$);

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

$R_{польз}$-тұтынушының мәлімет жіберу жылдамдығы. кбит/с;

L_n – жүйеішілік бөгелерге қор. Төменгі линияда сота эоғарыдағыдай L_n =3 дБ деп аламыз;

$G_{хо}$ –жеңіл хэндовер есебінен ұтым, дБ.

МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуатын есептеу, егер өткізгіш температурасы, $T°$, қабылдағыштың шу коэффиценті$K_ш$ (дБ), қабылдағыштың келісілген фильтрі жолағыB (МГц), биттің орташа энергиясының спектралды шу қуатының мәніне қатынасы E_b/N_0 (дБ), чиптік жылдамдық $R_{чип}$ (чип/с), скорость тұтынуші мәліметтерін жіберу жылдамдығы $R_{польз}$ (кбит/с), сотаның жүктемесі – η тең болса.

БС қабылдағышына қарағанда қарапайымдау, оның ішінде қарапайымдырақ компоненттер қолданылады, сәйкесінше шу коэффициенті жоғарырақ. Сонымен қатар жеңіл хэндовер есебінен ұтым және жүйеішілік бөгеулер қорын есепке алу қажет. Төменгі радиолиния үшін қабылданатын сигналдың талап етілетін қуатын анықтау$P_{пр}$, жылдам кідіріс қорыL_{ff} (дБ), МС антеннасының күшейту коэффициентнG_{MC} (дБ),абонент денесіндегі кідірістен қоры.

3.10кесте – Бастапқы мәліметтер

E_b/N_0 (дБ)	5
$10^6 \cdot R_{чип}$(чип/с)	3,84
$R_{польз}$ (кбит/с).	384
273° + T°	30
B (МГц)	3,84
$K_ш$ (дБ)	7
H	0,7

Есептеу:

МС өзіндік шуының қуаты:

$$P_ш = N+Kш=-107,9+7=-100,9 \text{ (дБмВт).}$$

МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың минималды мүмкін қуаты жүйеішілік бөгеуілдер қоры және жеңіл хэндоверден ұтым есепке алына отырып:

$$P_{прМС}=P_ш + (E_b/N_0)_{треб} – G_{обр}-L_n– G_{хо} =-100,9+5-10-3-2=-110,9 \text{ (дБмВт),}$$

мұндағы$(E_b/N_0)_{треб}$-бұл қызмет түрі үшін қабылдағыштың кірісіндегі E_b/N_0 мәні 5 дБ құрайды, абонент жылдамдығы 3 км/ч

$$G_{обр} = 10\log(R_{чип}/R_{польз}) = 10\log(3{,}84\cdot10^6/384\cdot10^3) = 10 \text{ (дБ)}.$$

3.11Қабылданатын сигналдың талап етілетін мәнін анықтау

Қабыланатын сигналдың талап етілген мәні:

$$P_{пр}=P_{прМС}+ L_{тело}–G_{МС} + L_{ff} \text{ (дБмВт)}, \quad (3.24)$$

мұндағы $L_{тело}$ – абонент денесіндегі сөнуден жоғалту коэффициенті. Мәлімет тарату коэффициенті$L_{тело}=0;$

$G_{МС}$ – МС антеннасының күшейту коэффициенті, дБ. $G_{мс}$ қабылданған мәні 0 дБ;

L_{ff}–жылдам кідіріс мәні, дБ.

Төменгі радиолиния үшін қабылданатын сигналдың талап етілетін қуатын анықтау$P_{пр}$, жылдам кідіріс қорыL_{ff} (дБ), МС антеннасының күшейту коэффициентң$G_{МС}$ (дБ),абонент денесіндегі кідірістен қоры $L_{тело}$ (дБ) белгілі. МС таратқышының мәні алдыңғы есептен алынады $P_{прМС}$.

3.11 кесте – Бастапқы мәліметтер

L_{ff} (дБ)	3
$L_{тело}$ *(дБ)*	0
$G_{МС}$ *(дБ)*	0

$$P_{пр}=P_{прМС}+ L_{тело}–G_{МС} + L_{ff}=-110{,}9+0-0+3=-107{,}9 \text{ (дБмВт)},$$

3.12БС эффективті сәулелену қуатын есептеу

БС эффективті сәулелену қуаты:

$$P_{изБС}=P_{БС}+G_{БС} – L_{фидер,} \text{ (дБмВт)}, \quad (3.25)$$

мұндағы $P_{БС}$ – БС таратқышының кодтық каналға қуаты, дБ;

$G_{БС}$ – БС антеннасының күшейту коэффициенті, дБ;

$L_{фидер}$ – фидердегі сөнуден болатын жоғалтулар, дБ.

БС эффективті сәулелену қуатын анықтау қажет $P_{изБС}$ дБ, егерБС таратқышының кодтық каналға қуаты$P_{БС}$ (дБ), БС антеннасының күшейту коэффициенті $G_{БС}$ (дБ), фидердегі сөнуден болатын жоғалтулар$L_{фидер}$ (дБ) белгілі.

3.12кесте – Бастапқы мәліметтер

$P_{БС}$ *(дБ)*	35
$L_{фидер}$ (дБ)	2,5
$G_{БС}$ (дБ),	16

$$P_{изБС}=P_{БС}+G_{БС} – L_{фидер} =35+16-2{,}5=48{,}5 \text{ (дБмВт)}.$$

3.13Трассадағы мүмкін жоғалтуларды есептеу

Трассадағы мүмкін жоғалтулар:

$$L=P_{изБС}- P_{пр} -M_{Build}, \text{ (дБ)}, \quad (3.26)$$

мұндағы M_{Build} – бөлмеге енудің қоры, дБ.

Енудің қоры типтік мәндері:

- 22 дБ тығыз қалалық құрылыс шартында;
- 17 дБ орташа қалалық құрылыс шарттарында;
- 12 дБ сирек құрылыс шарттары (қала маңы);
- 8 дБ ауылды аймақта (ашық алаңда автокөлікте).

UMTS төменгі линия үшін трассадағы мүмкінжоғалтуларды анықтау қажет, M_{Build} – бөлмеге енудің қоры, дБ белгілі. БС эффективті сәулелену қуаты$P_{изБС}$және қабылданатын сигналдың талап етілген мәні $P_{пр}$3.8, 3.9 есептерінен алынады.

UMTS желісінің аймақ түрі Қала маңы

$$L= P_{изБС} - P_{пр} -M_{Build}=48,5+107,9-12=144,4 \text{ дБ}$$

LTE Advanced технологиясында қуатты жылдам басқару алгоритмі көпсәулелікпен көрсетілетін жылдам тоқтаулар кезінде қабылдағыштың кірісіндегі талап етілетін E_b/N_0 мәнін тұрақты қылып ұстау үшін жасалған. Қуатты жылдам басқару аз жылдамдықпен қозғалатын абоненттер үшін өте тиімді, өйткені олар терең тоқтаудың орнын толтыру үшін орын ауыстырады.

Өрістейтін радиожелінің есептелуі Есептеу бірнеше кезеңнен тұрады. БС қабылдағышының кірісіндегі мүмкін болатын қуаттың минималды мәні келесідей анықталады [8].

$$P_{БС.Қаб}(\text{дБмВт})= P_{ш}(\text{дБмВт})+ (E_b/N_0)(\text{дБ}) – G_{өңд}(\text{дБ}), \quad (3.27)$$

мұндағы (E_b/N_0) –керекті E_b/N_0 мәні;

$G_{өңд}$ – өңдеуден келетін ұтыс;

Рш – қабылдағыштың жеке шуылының қуаты. Талдау үшін Huawei DBS БС құрылғысы таңдалынды. Аталған базалық станцияның қабылдағышының шуыл коэффициенті 5дБ аз. Есептеу үшін $К_ш$=5дБ деп қабылдаймыз.

БС қабылдағышының шуының қуатын (3.7) анықтаймыз:

$$P_ш = N+K_ш=–100,92+5=–95,2 \text{ (дБмВт)}.$$

Аталған қызмет түрі үшін қабылдағыштың кірісіндегі E_b/N_0 мүмкін болатын минималды мәні 120 км/сағ жылдамдықпен қозғалатын абонент үшін 2,9 дБ құрайды.

Өңдеуден келетін ұтыстың мәні:

$$G_{өңд}=10\lg(R_{чип}/R_{колд})=10\lg(3,84\cdot106/3\cdot104)=21,07 \text{ (дБ)}, \quad (3.28)$$

мұндағы, $R_{чип}$ –LTE Advanced стандартының чиптік жылдамдығы, 3,84·106 бит/с;

$R_{қолд}$–қолданушының мәлімет жіберу жылдамдығы, 30000 бит/с.

Тағы да, жоғарыда көрсетілгендей, ішкіжүйелік бөгеуліктердің қоры есепке алынуы тиіс. Бұл мәнді (3.9) теңдіктен аламыз. Бастапқы есептеуге ұяшықтың қатысты жүктемесін 50% деп аламыз. Ұяшықтың жүктемесінің мүмкін болатын мәні 50% деп алынады. Бұл мәннің алынуы келесідей ойдың тұжырымдамасы болып табылады:

– Жүктемені 75%–дан асырған жағдайда қуатты басқару жүйесінің жұмысының тұрақсыздығы;

– Жұмсақ хэндовердің процедурасына арналған ресурстар сыйымдылығының 30% резервтеу қажеттілігі; Ішкіжүйелік бөгеуілдердің қоры келесідей есептеледі:

$$L_п = -10 \cdot \log10(1-0.3)=1,55 \text{ (дБ)}. \quad (3.29)$$

Жоғарыда аталған факторларды есепке ала отырып, БС қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатының мүмкін минималды мәні:

$$P_{БС.қаб}=P_ш + (E_b/N_0) - G_{өнд} + L_п - G_{хо} \quad (3.30)$$

$$P_{БС.қаб} = -95,2+2,9-21,07+1,55-2=-117,64 \text{ (дБмВт)}.$$

Қабылданатын сигналдың талап етілетін қуаты келесідей анықталады:

$$P_{каб}=P_{БС.Қаб}+L_{фидер}-G_{бс}+L_{ff}=-117,64+1-13+4=-125,64 \text{ (дБмВт)},$$

мұндағы $L_{фидер}$ – фидердегі жоғалтулар, дБ. Заң бойынша, өшуліктің мәні 1 дБ көп болмайтындай етіліп фидердің ұзындығымен түрі таңдалады.

$G_{бс}$ – базалық станцияның күшейту коэффициенті дБ. Есептеу үшін $G_{бс}$=13 дБ, базалық станцияның антеннасының типтік мәні.

L_{ff} –жылдам тоқтаулар қоры, дБ. L_{ff} мәнін 4 дБ тең деп аламыз. Мобильдік станцияның әсер етуші шағылған қуатын келесідей теңдікпен анықтаймыз:

$$P_{мс.өзг}=P_{мс}+G_{мс}-L_{дене}=21+0-0=21 \text{ (дБмВт)}, \quad (3.31)$$

мұндағы $P_{мс}$ –мобильдік станцияның жіберушінің қуаты. Есептеу үшін стандартпен анықталған мобильдік станцияның минималды қуатының мәні алынды(класс 4 – 21 дБмВт);

$G_{мс}$ – базалық станцияның антеннасының күшейткіш коэффициенті, 0 дБ деп қабылданды;

$L_{дене}$ – абоненттің денесіндегі өшуліктің жоғалуы. Есептеуге $L_{дене}$мәнін 3 дБ деп қабылдаймыз. Бір ескеретін жәйт, абоненттің денесіндегі өшуліктер тек қана дыбыстық қызмет түрлеріне ғана есептеледі, ал мәліметтерді тарату кезінде ол мән есепке алынбайды. Біздің жағдайда $L_{дене}$=0 дБ. Трассадағы максималды мүмкін шығындардың есептелуі:

$$L=P_{мс.өзг}–P_{қаб}=21+125,64=146,64 \text{ (дБ)}.$$

Бәсеңдейтін радиожелілер үшін есептеу кезеңмен орындалады.МС қабылдағышының кірісіндегі сигналдың мүмкін болатын минималды мәні жоғарыда көрсетілгендей анықталады (БС үшін есептеу кейіптемесі):

$$P_{мс.қаб}(\text{дБмВт})= P_{ш}(\text{дБмВт})+ (E_b/N_0)(\text{дБ}) – G_{өнд}(\text{дБ}). \qquad (3.32)$$

Мобильдік станцияның қабылдағышы БС қабылдағышына қарағанда қарапайым, МС қабылдағышында қарапайым компоненттер қолданылады, сәйкесінше, шуыл коэффициенті жоғарырақ болады. Стандарт бойынша МС қабылдағышының шуыл деңгейі келесі шартты қанағаттандыруы қажет: <9 дБ. Есептеуге Кш=7 дБ деп аламыз. МС қабылдағышының жеке шуылдарының қуаты:

$$P_{ш} = N+K_{ш}=–100,92+7=–93,92 \text{ (дБмВт)}.$$

Ішкі жүйелік бөгеуілдер мен жұмсақ хэндоверден келетін ұтысты ескере отырып, МС қабылдағышының кірісіндегі мүмкін болатын минималды қуаттың мәнін есептейік:

$$P_{мс.қаб}=P_{ш} + (E_b/N_0) – G_{өнд} – L_{п} – G_{хо} =–93,92+4,3–21,07–1,55–2=–114,24 \text{ (дБмВт)},$$

мұндағы (E_b/N_0)т –Қабылдағыштың кірісіндегі E_b/N_0 минималды мәні, аталған қызмет түріндегі оның мәні 120 км/сағ жылдамдықпен қозғалыстағы абонент үшін 4,3;

$$G_{өнд} =10\log(R_{чип}/R_{колд})=10\log(3,84\cdot106/3\cdot104)=21,07 \text{ (дБ)}.$$

$R_{чип}$ –LTE Advanced стандарытының чиптік жылдамдығы, 3,84·106 бит/с;

$R_{колд}$– қолданушының мәлімет тарату жылдамдығы. 30000 бит/с;

$L_{п}$ –ішкіжүйелік бөгеуілдердің қоры. Жүктеменің мәнін бәсеңдейтін желі үшін алғандай қылып есептесек. $L_{п}$ =1,55 дБ;

Gxo – жұмсақ хэндовер арқылы келген ұтыс. Оның да мәнін 2 дБ деп алайық. Қабылданатын сигналдың керекті қуатының мәнін келесідей

есептейміз:

$$P_{қаб}=P_{мс.қаб} + L_{дене} – G_{мс} + L_{ff} =–114,24+0–1,3+4=–100.4 \text{ (дБмВт)},$$

мұндағы $L_{дене}$ – Абоненттің денесінен келетін өшулік. Мәліметтерді тарату қызметі үшін Lдене=0.

$G_{мс}$ – мобильдік станцияның антеннасының күшейткіш коэффициенті, дБ. $G_{мс}$ мәнін 1,3 дБ деп есептеу қабылданған.

L_{ff} –жылдам тоқтаулардың қоры, дБ. БС әсер ететін шағылысқан қуаты:

$$P_{бс.өзг}=P_{бс}+G_{бс} – L_{фидер}=40+13–1,2=51,8 \text{ (дБмВт)},$$

мұндағы $P_{бс}$ – базалық станция жіберушінің кодалық арнаға жіберу қуаты. Аталған қызмет түрі үшін таратушының кодалық арнаға жіберетін максималды қуатының мәні 40 дБмВт;

$G_{бс}$ – базалық станция антеннасының күшейту коэффициенті;

$L_{фидер}$ – фидердегі өшуліктен болатын шығындар. Трассадағы мүмкін болатын шығындар:

$$L= P_{БС.өзг}– P_{қаб}=51,8+100.4 =152,2 \text{ (дБ)}.$$

Өрістейтін желідегі ұяшықтың қатыстық жүктемесіне арналған формуламен салыстырғандағы айырмашылығы, бұл формулада бәсеңдейтін каналдағы ортогональділіктің коэффициентінің параметрі қолданылады. LTE Advanced радиоинтерфейсінде тұтынушылар каналдарын бөлуге арналған бәсеңдейтін желідегі ауыспалы ұзындықты Уолштың ортогональді кодтары қолданылады. Сәйкесінше жүйеішілік кедергілердің деңгейі де өседі. Бәсеңдейтін арналардың ортогональділік шығыны шамасының мәнімен сипатталады. Аталмыш шама бәсеңдейтін каналдағы ұяшық сыйымдылығы мен дабын алаңына айтарлықтай әсер етеді. Идеалды ортогональділік деп барлық арналардың өзара арақатынасының 0 тең болуын айтады, сәйкесінше, қажетсіз арналар МС қабылдағышында пайдалы ақпараттан толықтай алшақталуы мүмкін.1 тең ортогональділік коэффициенті бәсеңдейтін арналардың идеалды ортогональділігіне сәйкес келеді. 0 мәні бәсеңдейтін каналдар ортогональділігінің толық шығынына сәйкес келеді. Әдетте ортогональділіктің коэффициент мәні көпсәулелі радиоканалдарда 0.4–ден 0.9–ға дейінгі мәндерді қабылдайды. Есептеу кезінде ортогональділіктің тұрақты коэффициенті мыналарға тәуелді: аймақ типіне, базалық станция классына, радиоарна типіне. Аймақ типтері жоспарлауға арналған түрлі аспаптарда, сондай–ақ тарату ортасын сипаттау үшін есептеу кезінде жиі қолданылады. Аймақтың ашық типі жағдайында (тура көрініс жағдайы) әрқашан сигналдың негізгі компоненті мен осыған қатысты өзге де компоненттердің төменгі деңгейі қатысады. Сәйкесінше, мұндай жағдайда ортогональділік коэффициенті барынша жоғары болады. Аймақтың қалалық

типі жағдайында (тығыз құрылыс) әдетте БС жіберу антеннасы мен МС анетеннасыны арасында тура көрініс жоқ,демек, қабылдауышқа түрлі шамадағы кедергілерімен көптеген компоненттер келіп түседі, бұдан бәсеңдейтін арналардың ортогональділігі төмендейді, аймақтың аталған типіне арналған коэффициентінің төменденуінен көрінеді. Аймақтың қала сыртындағы типінде негізгі компоненттің (тура сәуленің) қатысуының үлкен болжамы бар, бұл жағдайда ортогональділік коэффициенті аймақтың қалалық типіне арналғаннан да жоғары болады. Ортогональділік коэффициентінің мәні аймақтың типіне тәуелділігіне қарай бөлінуі 3.13 кестеде берілген

Тұтынушылардың белгіленген саны мен абоненттің аталған профилінде өрістейтін желісіндегі ұяшықтың қатыстық жүктемесі 50.7% тең. Негізінде ұяшықтың қатыстық жүктемесін 50% шамасында шектейді. Солай бола тұра, желіні өрістетудің алғашқы кезеңінде ұяшықтың қатыстық жүктемесін 60% теңестіруге мүмкіндік беріледі, ал көп сұранысқа ие елді-мекендерде – 80%. LTE Advanced ұяшығы сыйымдылығын талдау нәтижесі. Әрекет етуші БС LTE Advanced мен абоненттерді тең таратуды шамадан тыс қолданған жағдайда, абоненттің белгіленген профилінде аталмыш

$N=N_{ұяш}\cdot K=160\cdot 12=1920$ тең абонент санына қызмет көрсете алады,

мұндағы $N_{ұяш}$ –бір ұяшық қызмет көрсететін абонент саны;

K– радиожелі учаскесіндегі ұяшықтар саны. Айта кететін жайт, ұяшықтағы кішігірім жүктемені жоғары жылдамдықта мәліметтерді жеткізу қызметі құрайды. Сәйкесінше, мүмкіндігінше (лицензиялардың болуы) опраторларға мәліметтерді жеткізуге жеке жиілік каналын беру қажет. Сондай-ақ, бәсеңдейтін каналдағы ұяшықтың өткізгіштік қабілетін ұлғайту үшін HSDPA технологиясын қолдануға болады. Бұл жағдайда радиожелі сыйымдылығын айтырлықтай ұлғайтуға болады. Абоненттер бір қызмет түрін (телефонияны) ғана қолданады деп болжап, ең жоғарғы мүмкін болған 60% жүктеме кезіндегі ұяшықтың қызмет көрсететін дыбыстық трафигін есептейік: (3.25) формуласынан аламыз:

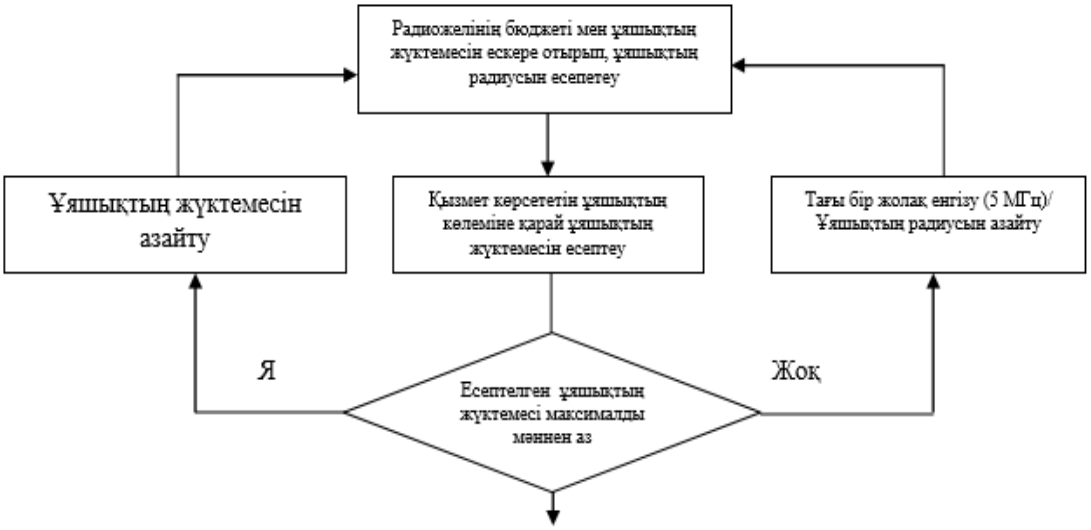
$$T=\eta M \qquad (3.33)$$

$$T=0.6\ 84=50{,}4 \text{ арналар.}$$

Технологиялардың блоктау болжамы үшін 2%, ұяшықтың көрсететін қызмет трафигі T=41.2 Эрл құрайды. Егер бір абонент құрайтын жүктемені 0.02 Эрл деп алатын болсақ, онда аталмыш ұяшық T/0.02=2060 абонентке қызмет көрсете алады, өз кезегінде бұл ұяшықтың абоненттерге қызмет көрсетуінде көпсервисті жағдайға есептелген шамадан асып кетеді.

η мәні талап етілген жиілік каналы санын анықтайды, сондай-ақ ұяшықтың қызмет көрсету аумағы өлшеміне әсер етеді, өрістейтін және бәсеңдейтін радиожелілердің энергетикалық бюджетін есептеуде есепке алынады.

Ұяшықтың сыйымдылығы көптеген параметрлерге байланысты екені анықталды, мысалы, і, ортогональділік коэффициенті, қызметтің жұмыс. Жоғарыда аталған мәліметтер негізінде аталмыш бөлімде 3.5 суретте көрсетілген.



3.5 Сурет – Радиожелінің бюджетін есептеу алгоритмі

Радиожелінің бюджетін есептеу дегеніміз трассадағы максималды жоғалтуды есептеу болып табылады. Жіберілетін жоғалту мәнін біле тұрып, таралудың сәйкес келетін модельді қолдану арқылы ұяшықтың радиусын есептеуге болады. Радиожелінің бюджетін есептеу кезінде антеннаның параметрлері, кабельдегі жоғалтулар, қату кезіндегі қосалқы бөлшектер және т.б. қолданылады. Трассадағы максималды рұқсат етілетін жоғалтуларды есептеудің нәтижесі болып табылады.

Есептеудегі қолданылатын негізгі параметрлер:

Eb/N0– биттің орташа мәнінің шудың спектральды тығыздығына қатынасы. Талап етілетін Eb/N0 мәні радиоарнаның және абоненттің қозғалу жылдамдығы мен сервистің түріне байланысты. Қабылдағыштың кірісіндегі Eb/N0 минималды мәні құрылғының (қабылдағыштың) сипаттамасы ретінде қарастырылады

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{P_{прп}}{I} \cdot \frac{W}{R} \qquad (3.34)$$

мұндағы $P_{каб}$– қабылданатын дабылдың қуаты;

I– бөгеуліктің қуаты; –қызмет көрсетілетін ұяшықтан келетін қуаттар қосындысы(жеке меншік дабылды қоспағанда);

I–басқа ұяшықтардан келетін қуаттар қосындысы;

W–ортогональдық факторы;

R–жіберу жылдамдығы;

Pn–шудың қуаты

Қабылдағыштың кірісіндегі Eb/N0 минималды мәні құрылғының (қабылдағыштың) сипаттамасы ретінде қарастырылады, сәйкесінше, әртүрлі өндірушілердің құрылғыларына байланысты жәнеде құрылығылардың қиындық деңгейіне байланысты базалық және мобильді станциялардың қабылдағыштарына байланысты әртүрлі болады. Талаптелітетін Eb/N0 мәні әртүрлі талаптарға (радиоарнаныңтүріне) байланысты 3GPP(3GPP 25.101) спецификациясымен анықталған. Huawei BTS құрылығысының параметрлері есепке алынған талаптар мәліметі 3.13 кестеде көрсетілген.

Талапетілетін Eb/N0 мәнікелесікөрсеткіштергетәуелді:

- қызмет түріне (жіберу жылдамдығы, BER,BLER талаптарына, арналық кодалау әдісіне);
- жалғанутүріне (жұмсақхэндовер, жіктелгенқабылдау, қуаттыңжылдамбасқарудықолдану)
- базалық станцияның қабылдағышының кірісіндегі қуаттың минималды мүмкін мәнін есептеу;
- қабылданатын сигналдың талап етілген мәнін есептеу;
- мобильді станцияның сәулеленуінің эффективті қуатын есептеу;
- максималды мүмкін жоғалтуларлы есептеу.

Бұл диапазонда Окомура және Хата моделдерін қолдану сигнал өшуін ескермеуге әкеледі.

3.13 кесте– ӘртүрліқызметтүрлерінеарналғанEb/N0 мәндері

Өрістейтін желі	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ
Қызмет түрі Жылдамдық	Телефония	64 кбит/с	144 кбит/с	384 кбит/с
3 км/сағ	4,4	2	1,4	1,7
120 км/сағ	5,4	2,9	2,4	2,9
Бәсеңдейтін желі	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ	Eb/N0, дБ
Қызмет түрі Жылдамдық	Телефония	64 кбит/с	144 кбит/с	384 кбит/с
3 км/сағ	7,9	5	4,7	4,8
20 км/сағ	7,4	4,5	4.2	4,3

Керектідабыл/шуқатынасыкелесідейкейіптемемененанықталады:

$$\frac{E}{I} = \frac{E_b}{N_0} \cdot \frac{R}{W} \qquad (3.35)$$

Сонымен, LTE Advanced жүйесіндегі Eb/N0 қатынасы сигнал/шу мәніне несе көп, кеңейту коэффициентін емес еңдеуден келетін ұтыс. Сондықтан қабылдағыштағы сигнал/шу қатынасы өте аз мән болуы мүмкін.

Қабылдағыштың сезгіштігін анықтау

Қабылдағыштың сезгіштігі жылулық шумен шектелген. Шудың спектральды тығыздығы N0 келесідей кейіпт мемен анықталады:

$$N0=k\cdot T. \qquad (3.36)$$

мұндағы k– Больцман тұрақтысы (1.38·10–23 Дж/К),

T– өткізгіштің температурасы.

Қабылдағыштағы жылулық шудың қуаты сүзгінің жіберу жолағына тәуелді. LTE Advanced стандарты үшін келісілген фильтрдің жолағы ретінде 20 МГц мәнін алуға болады. Қабылдағыштағы жылулық шудың мәні:

$$N= k\cdot T\cdot B=1.38\cdot 10–23\cdot 293\cdot 20\cdot 106=8,09\cdot 10–14 \text{ (Вт)},$$

$$N=10\cdot \log(8,09\cdot 10–14/0.001)=–100,92(\text{дБмВт}).$$

Нақты қабылдағыштағыш шудің деңгейі аз шуылдайтын күшейткіштер, фильтрлер секілді қосымша шу тудыратын ішкі компоненттердің сапасымен анықталады. Қабылдағыштың шуыл коэффициенті оның кірісімен шығысындағы сигнал/шу қатынасының мәніне тең. Оның кейіптемесі келесідей:

$$Кш=10\log10(С/Ш)кір/(С/Ш)шығ. \qquad (3.37)$$

Сондықтан қабылдағыштың жеке шуын келесідей жазуға болады:

$$Рш= N+Кш \text{ (дБмВт)}. \qquad (3.38)$$

Қабылдағыштың кірісіндегі дабылдың минималды деңгейі келесідей анықталады:

$$Рқаб(\text{дБмВт})= Рш(\text{дБмВт})+ (Eb/N0)(\text{дБ}) – Gөңд(\text{дБ}), \qquad (3.39)$$

мұндағы (Eb/N0)–керекті (Eb/N0) мәні

Gөңд– өңдеуденкелетінұтыс.

Қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың минималды деңгейі талап етілген Eb/N0, қолданушының мәлімет тарату жылдамдығы, қабылдағыштың аналогты компоненттер сапасы және бөгеуілдің деңгейіне тәуелді. Бөгеуілді әртүрлі себеп көздерінен туындауы мүмкін: қызмет көрсету ші ұяшықтың абонентерінен, басқа қызмет көрсетуші ұяшықтың абоненттерінен, тағыда

басқа қолданылатын жиіліктікарнаның диапазонында бөгеу тудыратын көздер. Ішкі жүйелік бөгеуілдердің мүмкін болатын қоры

Есептеу кезінде қабылдағыштың кірісіндегі шудың қуатының өсуі нсипаттайтын ішкі жүйелік бөгеуліктердің қорының саны есепке алынады. Есепте ішкіжүйелік бөгеулікті есептеу үшін келесідей кейіптеме қолданылады:

$$L=-10\cdot\log10(1-\eta), \qquad (3.40)$$

мұндағы η– өрістейтін немесе бәсеңдейтін желілердегі ұяшықтың қатысты жүктемесі.

Кейіптемеден көрініп тұрғандай, үшкі жүйелік бөгеуліктердің қорыұяшықтың жүктемесінің функциясы ретінде қарастырылады, яғни ұяшықтағы рұқсат етілген жүктеме анағұрлым көп болса, есептеуде соғұрлым қордың мәнін үлкен қылып есептеу қажет. Жүктеменің өсуі 100%–ғабарғанда, бөгеулікке арналған қордың мәнін өлге ұмтылады және ұяшықтың қызмет көрсету аймағын өлге дейін азаяды.

Өрістейтінжелініңұяшығыныңқатыстыжүктемесінкелесітеңдікарқылыан ықтауғаболады:

$$\eta_{u1}\sum_{k=1}^{k}\frac{1}{1+\dfrac{w}{\rho_k\cdot R_k\cdot v}}\cdot(1+i) \qquad (3.41)$$

мұндағы K_N – қолданушылар саны; W– LTE Advanced чиптерді жіберу жылдамдығы (3.84 Мбит/с);

ρ_k – k нөмерін қолдану үшін қажетті Eb/N0 қатынасы;

R_k –k нөмірлі қолданушының мәлімет таратудың жылдамдығы;

v – қызметті қолдану коэффициенті;

i – Ioth/Iown қатынасы,

мұндағы I_{oth}–айналадағы ұяшықтың қабылданған қуаты,

Iown – қызмет көрсетуші ұяшықтың қолданушыларының қабылданған қуаты. i ұяшықтың «қорғанышын» сипаттайды.

LTE Advanced технологиясында қуатты жылдам басқару алгоритмі көпсәулелікпен көрсетілетін жылдам тоқтаулар кезінде қабылдағыштың кірісіндегі талап етілетін E_b/N_0 мәнін тұрақты қылып ұстау үшін жасалған. Тоқтаудың тереңдігі 30 дБ–ге дейін жетуі мүмкін. Қуатты жылдам басқару аз жылдамдықпен қозғалатын абоненттер үшін өте тиімді, өйткені олар терең тоқтаудың орнын толтыру үшін өздерінің орнын жылдам ауыстыра алмайды. ұяшықтың шекарасында мобильді станцияның қуаты максималды, сол себепті жылдам тоқтаулардың орнын толтыру үшін қуатты басқаруға арналған қор қалмайды. Есептеуде осы процессті есепке алу үшін жылдам тоқтауларға мән беріп көрейік. Жылдам тоқтаулардың мәні абоненттердің жылдамдығына

тәуелді. Қордың мәнінің абоненттің жылдамдығына тәуелділігі 2.2 кестеде көрсетілген

3.14 кесте - Жылдам тоқтауларға арналған қордың мәнінің абоненттің жылдамдығына тәуелділігі

Абоненттің түрі, қозғалыс жылдамдығы	Жылдам тоқтауларға арналған қордың мәні
Аса көп емес жылдамдық (3 км/сағ)	3–5 дБ
Орташа жылдамдық (50 км/сағ)	1–2 дБ
Жоғары жылдамдық (120 км/сағ)	0.1 дБ

Бәсеңдейтін және өрістейтін желілер үшін трассадағы мүмкін болатын жоғалтуларды есептейік. Есептеуді 3000 кбит/с мәліметтерді тарату жылдамдығын талап ететін өрістейтін және бәсеңдейтін желілер үшін жүргіземіз. Қуатты жылдам басқару аз жылдамдықпен қозғалатын абоненттер үшін өте тиімді, өйткені олар терең тоқтаудың орнын толтыру үшін өздерінің орнын жылдам ауыстыра алмайды, ұяшықтың шекарасында мобильді станцияның қуаты максималды, сол себепті жылдам тоқтаулардың орнын толтыру

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау

4.1.1 Базалық станцияның сипаттамасы. Бұл дипломдық жоба негізінде Жамбыл облысында LTE технологиясының көмегімен ұялы байланыс орнату қарастырылады. БС қаланың барлық аймағын және жүйе әсер ететін радиус кіретін барлық аймақтарды желімен қамту ең негізгі жұмыс болып табылады. БС мұнарасы жанында орналасқан ғимарат бөлмесінде орналасды. Бөлім ішінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету шаралары қарастырылады.Әр қызметкердің денсаулығы мен өмір қауіпсіздігі үшін техникалық ақаулармен мен тексерулер кезінде адамның тоққа түсу қауіп қорғауды қамтамасыз ету қажет немесе мүмкіндігінше қауіпті азайту.

Ғимараттың ішіндегі қалыпты микроклиматтық критерийлерді қамту үшін арнайы жылу жүйелері және ауаны салқындату құрылғылары орнатылған, локальді климаттың мінездемесі ГОСТ12.1.005-88 ССБТ «Жұмыс істеу аумағының ауасы, біртұтас санитарлы-гигиеналық сұраныстар» жұмыстың 1а жұмысына сәйкес. Орынжайға кіретін ауа, ластанулардан, сонымен қатар шаңнан және микроорганизмдарден таза болу тиіс. Ауаның температурасы үзіліссіз бір деңгейінде 22-24^{0}С болса, ал ауаның шартты ылғалдылығы 40-60 %. Болатын жағдайда инструктор өзін қолайлы сезінеді, жұмыс орнына үйрену басқа мағынада болады, монитор үстелге немесе арнайы орынға қойылып, экраннан арақашықтық 700 мм аспауы қажет (ең қолайлысы 450-500 мм), соған сәйкес биіктігі экранның ортасы бұрышқа

горизонтальді - 20 градуста және горизонтальді жалпақтықта көру бұрышы 60 градустан аспауы қажет.

Пернетақтаны арнайы үстелге 750 мм биіктікте, үстел бұрышынан 15 градус, шетінен 100-130 мм арақашықтықта қояды. Биіктігі игерілетін отыратын орындық қолданылады. Оператормен кіргізілетін акт 450-500 мм сол жаққа қашықтықта, монитормен горизонтальді бетпен бұрышы 30-40 градуста орналасады [12].

Жұмыс орнында жеті жұмысшыға орын дайындалуда, олар бір инженер мен алты оператор орындары. Инженерге 5 күндік,ал операторларға 8 сағаттан 6 күндік жұмыс уақыты тағайындалды. Тамақтануға арналған 60 минуттық үзіліс уақытыбар.

Жерлендіруді қолдану негізінде «Электр қондырғылары құрылғыларының ережелері» талабына сай тексеріліп отырады. Сондықтан жерлеу нейтралды және нөлдік өткізгіштің қайта жерлеу кедергілерін өлшеу.

Өрттің не себепті пайда болғанын талдап және өртке қарсы техниканы қауіпсіздігін тиімді жасау керек. Ғимараттағы жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуі үшін арналған құрылыс материал, есік, еден, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы жатады

ГОСТ 12.1.038 – 82 «Еңбек қауіпсіздігінің стандарт жүйесі. Электр қауіпсіздігі. Түйінді кернеуі мен токтарының рұқсат етілген шегі» талаптарынорындалады.

4.1.2 Жерлендірудің қорғаныш өткізгішіне қойылатын талаптар. Жерлендіру – бұл бір немесебірнеше фазаның корпусқатұйықталукезінде электр құрылғыларын желіден өшіру.Сонымен бірге апатты жағдайда адамның нөлденген корпусқа қол тигізуінде қауіпсіздікті қамтамасызету.

Жоғарыда айтылғандай нөлдеуді есептегенде оның өшіргіш қабілетін тексеріледі және адамның апптық жағдайда электрқұрылғы корпусына қол тигізгенде электр тоғына түсу қаупі бағаланады.

4.1.3 Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы тиімдітаңдау. Қазіргі өндірістік ғимараттар «интеллектті» болып келе жатыр. Маңызды инженерлік жүйелерден (энергиямен, сумен, желдетумен қамтамасыз ету) бөлек ҚКЖ төртінші күрделі жүйені құруды қажет етеді. Шынында, қазіргі таңда ғимарат ішінде келесі жүйелер кабельді төсеуді қажет етеді:

- телефондық (қалалық жәнежергілікті);
- компьютерлік (жергілікті есептегішжелі);
- теледидар (қалалық жәнеофистік);
- өрт дабылы және өртсөндіру;
- күзет дабылы жәнебақылауы;
- климаттық бақылау шарттары және олардыбасқару;

Қазіргі таңда көпшілік жүйелік интеграторлар қолданатын құрылымдық тәсіл құрылымдық кабелдік желінің (ҚКЖ) негізінде интелектті ғимарат инфрақұрылымын құру болып табылады. Олай болса алғашқы кезеңді алдымен ғимараттың ҚКЖ – сы жобаланып, құрылады. Келесі кезең тапсырыс

берушінің қалауы бойынша құрылымдық кабельдік жүйеге қажетті функционалды жүйелер қосылады. Мұнда тапсырыс берушінің қалауы немесе қажеттіліктер тізімі болады. Осы жүйелерді білгілі бір "организмге" біріктіру жобалаушыныңміндеті.

Ғимараттың ҚКЖ жүйесін жобалаған кезде, оның барлық қызметтері азғана шығынмен (қаржылық, уақыт және еңбек қиындылығы жағынан) бір бірімен қосыла алу керек, ал олардың қызмет ету уақыты ыңғайлы түрде ұйымдастырылуы қажет. Сонымен қатар, өзгерту кезінде жаңа қызметтер пайда болғанда оларды қосуда қарастырылады. Біріктіру принципін қолдану елеулі технологиялық артықшылықтырға ие болуға мүмкіндік береді:

- өзгерістерге жылдам, әрі анықәрекеті;
- автономды жүйелерді қолдану жағдайында мүмкін болмаған жаңақызметтердіенгізу;
- қазіргі жағдайды толығымен баяндау, бұл өз кезегінде өте сапалы түрде бақылау жасауғакөмектеседі;
- қателіктер немесе қызметкерлердің қаскүнемдік әрекеттерімен байланысты қауіп – қатеразайтады;

Әр қызметкердің денсаулығы мен өмір қауіпсіздігі үшін техникалық ақаулармен мен тексерулер кезінде адамның тоққа түсу қауіп қорғауды қамтамасыз ету қажет немесе мүмкіндігінше қауіпті азайту.Өрт көздері болып бұзылу нәтижесінде әр түрлі күйік элементтер пайда болатын ЭЕМ электрондық схемалары, техникалық қызмет көрсетуге арналған құралдар, электрқоректендіру құрылғылары, жанғыш құрылыс материалдары және тағы басқалартабылады.

Өрт сөндіру техникалары негізінен қозғалмалы қондырғы, тұрақты қондырғы және өртсөндіргіштер үш түрге бөлінеді.

Қозғалмалы өрт сөндіру негізіне өрт сөндіру автокөліктері жатады.

Олар үлкен көлемдегі, алыс қашықтықағы өрт жағдайларына арналған.

Тұрақты қондырғы өрт бастапқы кезінде адамның қатысуынсыз өртті сөндіруге арналған. Олар сулы, газды, ұнтақты және булы болып бөлінеді. Автоматты және қолмен басқарылу бола алады.

Спринклер қондырғылар өз басында ішкі қуысы суға толған және спринклерлік қалпақшалармен жабдықталып келген құбырлар болып табылады. Спринклер қалпақшалар тетіктері белгілі бір температурада балқитын тез ерігіш құлыптармен бекітілген. Жүйедегі су қысымның әсерінен қалпақшаның тетігінен шығады да бөлменің құрылыс заттары мен жабдықтарын суландырады.

Өрт сөндіру құрылғыларының көптеген түрлері болады. Т – 2МА түріндегі тросстық қосқышы бар аэрозольды өрт сөндіру құрылғысы жұмыс кезіндегі жоғары тиімділігінің арқасында және оңай құрылымы болғандықтан кең таралады. Сондықтан операциялық бөлмені қорғау үшін бұл құрылғы ең тиімді болыпсаналады.

Аэрозольды өрт сөндіру құрылғысын орнатуды есептейік. Өрт сөндіргіштің салмағын анықтау формуласы:

$$q_{о.с} = 1.1 * q_{есеп}\left(1 + \frac{K_2}{K}\right) \quad (4.1)$$

мұндағы: $q_{есеп} = K \times q_н \times W_{бөлме}$ – өрт сөндіруші құралдың есептің салмағы;

К – ескерілмейтін жоғалтулар коэффициенті, ол қорғалынатын бөлмедегі өрт қауіпсіздігінің категориясына байланысты 1,07 – 1,25 аралығындағы мәнге тең деп алынады;

$q_н$ – өрт сөндіруші жабдықтың өрт сөндіру концентрациясының салмағы, 30% жағылған көмірқышқылы мен 70% бромдық этилдің қоспасы (3,5Б2) үшін 0.22 – 0.26 кг/м^3;

4.2 Өндірістік жарықтандыруды ұйымдастыру

Жұмыс орнында 24 жұмысшыға орын дайындалуда, олар 8 инженер мен 4 оператор орындары. Инженерге 5 күндік, ал операторларға 8 сағаттан 6 күндік жұмыс уақыты тағайындалды. Тамақтануға арналған 60 минуттық үзіліс уақытыбар.

Өнеркәсіптегі жарықтандыру адамның көру жұмыс әрекетіне, физикалық және моралді жағдайына, яғни жұмыс өнімділігіне, сапасына және өнеркәсіптік жарақаттануға үлкен әсерін тигізеді.

Табиғи жарықтандыру өзінің спектральді құрамы бойынша неғұрлым жағымды болып табылады. Құрылымдық ерекшеліктері бойынша табиғи жарықтандыру қабырғалы – сыртқы қабырғалардағы терезелер арқылы; үстіден – қабаттардағы жарықты саңылаулар немесе фонарьлар арқылы іске асатын, аралас – қабырғалы және үстіден табиғи жарықтандырудың қосындысы. Табиғи жарықтандыру – табиғи жарықтандыру коэффициенті – мен сипатталады.

ТЖК қабырғалы табиғи жарықтандыру кезінде минималды мәнімен нормаланады, ал үстіден және аралас жарықтандыру кезінде орташа мәнімен нормаланады. Еңбек етудің қолайлы жағдайын жасау үшін өнеркәсіп бөлмелері жарықтану гигиеналық нормаларға, жұмыс бетіндегі және айналадағы жарық бірқалыпты болу, көлеңкеге өтуі күрт болмауы, жұмыс бетінен шағылысулар болмауы, дұрыс жарық берілу үшін талаптарға жауап жарықтың қажетті спектралді құрамы қамтамасыз болады.

Өндіріс бөлмесін құру жарық көзін таңдаумен, оларды орналастыру – мен, жарықты – техникалық есептеулермен және жарықтандыру құрылғы – ларын анықтаумен сипатталады.

Диспетчерлік аппарат бөлмесіне ең қолайлысы ЛД типті люминесцент-ті шам болып табылады. Төбеге бекітілетін шамдар шаңдануды аздату үшін төбеден 50мм – ге ілінеді. Шам қалпақшалары өткізу коэффициенті 0,7 – ден кем болмайтын сәуле шағылыстырушы материалдан жасалады. Бөлменің жарықтану нормасы сол бөлмедегі минималды объектіге қатысты жасалатын жұмысқа қатысты көру жұмысының разрядына байланысты.

Табиғи жарықтандыру қабырғалы түрде болады. Табиғи жарықтандыру өлшемі көру жұмыс қабілетінінің үлкен дәлдігі кезінде 1,5% кем емес, ал көру жұмыс қабілетінінің орташа дәлдігі кезінде 1,0% кем емес. Бөлмеде жұмысты жалғастыру және де басқа мақсаттар үшін авариялық жарықтандыруды қарастырады. Қолданылатын люминецентті шамдардың жарықтандыру пульсациясы 10% - дан аспайды. Бұнда вертикалды ламель-дері бар реттелетін жалюздерді қолдануға болады. Одан басқа, жұмыс бөлмелерінде терезелерді бір жақ шетінен орналасуы ұсынылады. Сонымен қатар, әрбір терезе шағылыстыру коэффициетті 0,5 – 0,7 – ге тең сәулеша-шыратқыш шторлары болады [13].

Жұмыс орындарында табиғи жарықтандыру шарттары көру жұмыс қабілетіне, адамдардың физикалық және моральдық күйіне, еңбек өнімділігі – не, өнім сапасына үлкен әсер етеді. Адамға дербес компьтермен жұмысын ыңғайлату үшін аппараттық бөлмедегі жарықтандыру табиғи және жасанды болуы қажет. Оператордың жұмыс орнын жарықтандыруды жобалау кезінде фонның жарығы мен контрасты секілді симаттамаларды қарастыру керек. Жарық дәрежесі жұмысшының индивидуалдылығына және қажеттілігіне байланысты болады. Жарықтандырудың дұрыс дәрежелігі 300 – 1000 люкс аралығында болады.

Өндірістік орынжайларда микроклиматтың ахуалын бақылау еңбектің жағдайын бақылауға жол ашады, оптималды жұмыс шарттарына жақындатады және еңбектің өнімділік жайлылығын ілгерілететін оңтайлыларға лектес болуға мүмкіндік береді. Қызметкерлер үшін диспетчерлік аппаратты негізі компьютерде жұмыс және жабдықтың тексеруі болып табылатындығы, ондағы орынжайы шығарылған жұмыстарды ауырлық орташаға жатқызуға болады. Микроклиматтың нормасы кестеде жұмыстарды санат IA сәйкес.

Жарық шығару көздеріне байланысты жарықтандыру табиғи және жасанды болады. Ашық жердегі жазықтықтың табиғи жарықтандырылуы көктің диффузиялық жарығы болып табылатын тура күн сәулесімен жасалынады.

Адам қауіп қатердің әсеріне өзінің еңбек ету барысында да ұшырайды. Бұл еңбек ету өндірістік орта деп аталатын кеңістікте жүзеге асады. Өндіріс шарттарында адамға негізінен техногенді, яғни техникамен байланысты, қауіпті және зиянды өндірістік факторлар деп аталатын қауіптер әсер етеді Қауіпті өндірістік факторлар қатарына келесілер жатады: электр тоғының әсері, ауа кеңістігінің шаңдануы және газдануы, алдында жұмыс істеу кезінде келтірілетін зиян факторлар, электромагниттік өрістер әсері.

Негізгі деректер:

- көру жұмысының дәрежесі – 4,
- бөлменің өлшемдері: 6×3×2.5.

4 дәреже бойынша көру жұмыстарының бейнелену коэффициенті:

- төбенікі = $\rho_{пот}$=60 %;
- қабырғалардікі$\rho_{ст}$ = 50 %;

- едендікі $\rho_{пол}$= 40 %; Нормаланған жарықтандыру – 150 (лк).

Бөлмеде қуаты 40 Вт және жарық ағыны Фл = 3120 лм, диаметрі 400 мм және қадалықтармен ұзындығы 1213,6 мм болатын жалпы жарықтандырушы люминесциенттік лампалардың ЛА (ақ түсті) жүйесі қабылданған. Жұмыс беткейінің биіктігі: hp=0.9 (м).

Шырағдандар арасындағы қашықтықтарды анықтаймыз:

$$L=\lambda\cdot h \qquad (4.2)$$

мұндағы λ=1.2÷1.4.

Жарықтандырылып отырған беткейдің жоғарғы шырағданның биіктігі:

$$h=H-hp \qquad (4.3)$$

$$h=H-hp=2.5-0.9=1.6 \text{ (м)}.$$

Осы мәліметтер бойынша шырағдандар арасындағы қажетті қашықтықты анықтаймыз:

$$L=\lambda\cdot h=1.6\cdot 1.4=2.24\approx 2.5 \text{ (м)}.$$

Бөлменің индексін келесі формуламен анықтаймыз:

$$I=A\cdot B/1.6\cdot(A+B),$$

$$I=12\cdot 9/1.6\cdot(12+9)=3.21 \text{ (А)}.$$

Шырағдан ретінде қуаты 40 Вт, диаметрі 40 мм және қадалықтармен ұзындығы 1213,6 мм болатын екі лампаға есептелген ЛСП-02-ні аламыз.

ЛБ 40 Вт лампасының жарық ағыны 3120 лм құрайды, шырағданнан таралатын жарық ағыны құрайды:

$$Фсв=Фл\cdot 2=3120\cdot 2=6240 \text{ (лм)}.$$

Шырағдандардың сандын келесі формуламен анықтаймыз.

$$N=E\cdot K3\cdot S\cdot z\cdot n/Фл\cdot\eta \qquad (4.4)$$

мұндағы S – бөлменің ауданы, S=18м^2;

KЗ –запас коэффициенті;

E– берілген минимальді жарықтандыру, E=150(лк);

Z– жарықтандырудың коэффициенті, Z=1.1÷1.2;

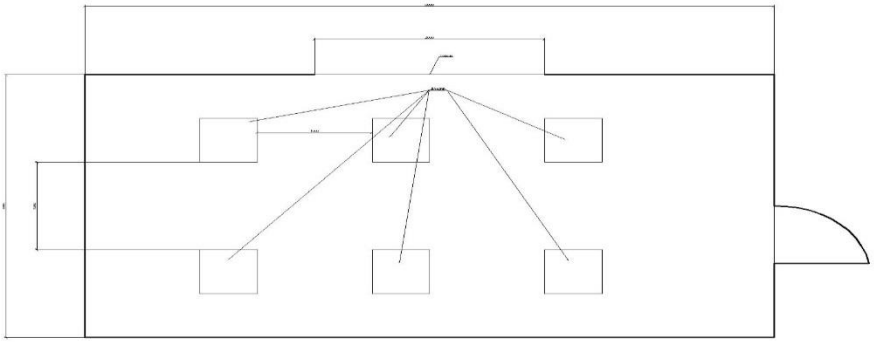
n– лампалардың саны, n=2;

Фл– лампаның жарық ағыны, Фл=3120 (лм).

η– пайдалану коэффициенті, η=0,5

$$N=150\cdot1,5\cdot18\cdot1,2\cdot2/3120\cdot0,5\approx6,$$

Қатарда 3 шырағданнан, қатарлар арасында қашықтық 1 метрден тұратын шырағдандардың 2 қатарын қабылдаймыз. Нормаланған 150 лк жарықтандыруды құру үшін 40 Вт қуатты 12 лампа қажет.



4.1 Сурет – Жұмыс бөлмесінде шырағдандарды орналастыру

Еңбек шарттарының деңгейі мүмкін боп танылды, есептеулерден алынған мәліметтер өмір тіршілік қауіпсіздігінің стандарттары талаптарын толық қанағаттандырады.

Едәуір статикалық электрдің пайда болуын болдырмау келесі шаралардың көмегімен жүзеге асырылады:

- өндірістік құрылғының металл бөліктерін жерге тұйықтау;
- диэлектриктерді беткейлік және көлемді өткізгіштігін жоғарылату;
- арнайы ылғалдандырушы құрылғының электр қорғаныс аймағында едәуір статикалық зарядтардың жиналуын болдырмау.

Металл емес құрылғылар егер ауаның салыстырмалы ылғалдылығында 60 %-ында ішкі және сыртқы беткейдің кез келген нүктесінен токтың өту кедергісі 107 Ом-нан аспаса жерге тұйықталған болып табылады. Мұндай кедергі зарядтар босаңсуының тұрақты уақытының кіші мәнін қамтамасыз етеді.

Статикалық электрден қорғау үшін құрылғының жерге тұйықталуы, ережеге сай, электр құрылғылардың қорғаныстың жерге тұйықтаушы құралдарымен байланысады. Статикалық электрден қорғау үшін жерге тұйықтаушы құрылғының кедергісі шамамен 100 Ом болғанда жеткілікті болып табылады.

Сонымен қатар, электрлік зарядтардың нейтралдануы зарядталған денені бөлетін ауаның иондалу жолымен жүзеге асырылады. Тәжірибеде индукциялық, жоғары вольтті немесе радиациялық ионизаторлар қолданылады.

4.3 Ауа алмасу

Табиғи ауа алмасу әдетте көлемі бойынша үлкен емес және кездейсоқ факторларға байланысты (ішкі және сыртқы температура айырымы, жел бағыты). Сондықтан ол ұйымдастырылмаған деп аталады. Ұйымдастырылған ауа алмасу арнаулы желдеткішпен орындалады. Желдеткіш жүйесіндегі ауаның жел және тарту күштерінің әсерінен орын ауыстыруы табиғи желдету есебінде белгіленеді, бұл жағдай ашық терезе, желкөз арқылы жүреді. Бұл орайда бөлмеге ауа ішкі және сыртқы қысым айырымы есебінен келеді (сыртқы ауа көлемі үлкен, іштегі–аз). Ауа қозғалысын тудырушы болып табылатын желдету жүйесі механикалық (жасанды желдеткіш) деп аталады. Желдеткіштер былай бөлінеді: сыртқы ауаны бөлмеге айдайтын және ішкі ауаны бөлмеден сыртқа тарататы және айдайтын – тарататы жүйелер, бұлар бөлмеге ауаны беруді және шығаруды ұйымдастырады.Ауаның берілу және шығарылуы орнына байланысты желдету келесідей бөлінеді: жергілікті – ластанған ауа, ластанған жерден тікелей шығарылады және жалпы алмасу – ауаның ластанған орнына қарамай бар ауа желдетіледі; аралас желдету – жергілікті және жалпы алмасу бірдей қолданылады.

Барлық жасанды жүйелерде ауаның қозғалысын арнаулы ауа үрлегіш машина – желдеткіштер атқарады, олар жүйеде статикалық және жылдамдық қысымын жасайды.

Желдеткіштер айналу бағытына қарай оң айналу (желдеткіш доңғалағы жетегі жағынан қарағанда сағат тілі бағытында айналады) немесе сол айналу (сағат тіліне қарсы бағытта айналады). Әрекет ету ұстанымына орай желдеткіштер центр тепкіш және осьтік болып жіктеледі. Орталықтепкіштерге желдеткіштерде роторға қатысы бойынша ауа радиалды ағады, ал осьтіктерде – ауа ротордың осі бойымен ағады. Осьтік желдеткіштің бір түрі электрлі – пропеллерлік желдеткіш, бұл көбіне тұрмыста қолданылады, үлкен кедергісіз ауаны алмастырады.

Бөлмедегі ауаның сапасы жылу–ылғал күйімен, газ құрамымен, иондық режімімен және ластанумен анықталады. Тұрғын үй және қоғамдық ғимараттарда ауаның ластану көздері негізінен адамдар, тұрмыстық аспаптар, артық жылу, шаң, тұрмыстық газдың толық жанбаған бөліктері болып табылады. Ауаның химиялық құрамы адамдар ұзақ уақыт бөлмеде болғанда өзгереді. Демалғанда ауада 21% жуық оттегі және 0,03% көмірқышқыл газы, ал өкпеден ауа шығарғанда оттегі 16% дейн азаяды, ал көмірқышқыл газы 4,5% дейін артады. Соның нәтижесінде желдетілмеген бөлмеде оттгегі азайып, көмірқышқыл біршама артады. Осымен қатар бір уақытта антроптоксиндер (аммиак, күкірттісутегі, ұшпа майлы қышқылдар) бөлінеді және температура мен ауа ылғалдылығы артады. Қондырғы орнатылатын жайда жылдың жылу кезіндегі, келесі жылу бөлу көздерін ескеретін: операторладың, күн радиациясының, жасанды жарықтандырудың, коммутация қондырғыларының бөлетін айқын жылу мөлшерін анықтаймыз. Күннен бөлінетін жылу әйнектің түріне байланысты 90% – ға дейін бөлме ортасымен жұтылады, қалған бөлігі шағылысады. Жылулық жүктеме

шағылысудың максималды деңгейінде максималды мәнге жетеді. Шағылысудың екпінділігі мекеннің ендігіне, жыл уақытына және тәулік уақытына тәуелді болады.

Желдету – үй бөлмелерінде, өндіріс орындарында, т.б. реттеулі ауа алмастыруға, адам денсаулығына қолайлы жағдай жасауға, сондай–ақ технологиялық процестердің талаптарына сай құрал – жабдықтар мен құрылыстық құрылымдарды, материалдарды, азық – түлікті, т.б. сақтауға арналған шаралар жүйесі.

Табиғи желдету: инфильтрация (ұйымдастырылмаған ауа алмасу), аэрация (ұйымдасқан, алдын – ала есептелген ауа алмасу). Артықшылығы – үнемділігі, кемшілігі – қоршаған ортадағы зиянды заттар өзінің физика–химиялық құрамын өзгертпестен бөлменің ішіне енеді.

Жасанды желдету – артық жылуды, зиянды заттарды және артық ылғалды жою үшін қолданылады:

- Зиянды заттарды жою үшін:

$$L_{уд} = \frac{W}{C_{уд} - C_{прит}} * \gamma, \text{ [м}^3\text{/сағ]}$$

мұндағы W – уақыт бірлігіндегі зиянды заттарды бөлу қарқындығы (мг/сағ); См,

$C_{прит}$ – ауадағы зиянды заттардың концентрациясы,

См = ШРК,

$C_{прит}$ = 0 концентрациясы мг/м^3– мен өлшенеді;

γ – жұмыс аумағының ауасына зиянды заттардың түсуінің біртексіздік коэффициенті.

Сондықтан ауа мөлшері вентиляциялық ойық ауданымен есептеледі: F= См /3600v, (м^2), газоходтағы ауаның жылдамдығы v = 0,5 – 3 м/с;жылу қалдықтарын жою үшін L= $Q_{изб}$/cg($t_{УХ}$–$t_{ПРИТ}$), (м^3/сағ), Qизб =$Q_{ПОСТ}$–$Q_{УХ}$, (Дж×м^3/с), с және g жылу сыйымдылық және ауа тығыздығы, $t_{ух}$, $t_{прит}$ – ауа температурасы, $t_{УХ}$= $t_{РЗ}$+Δt×(H–2); $t_{РЗ}$– жұмыс аймағының температурасы; Δt – температуралық ингридиент, температураның бөлме биіктігінен өзгеруін көрсетеді (0,5 – 1,5°С), Н – бөлме биіктігі,м. Нақты ауаның температурасы ыстық немесе суық мерзімдерде алынады: tприт – суық мерзім үшін – қаңтар, ыстық период үшін – шілде айлары. Ауа еселігі k= c/v, [1/сағ], с – ауа көлемі, V – аудан көлемі. k>3 кезінде жергілікті желдету жүйесі, ал, k <3 кезінде – жалпы алмасу желдету жүйесі ұсынылады. Таза аудандар үшін L= n×ω_0, мұнда: n – жұмысшылар саны, ω_0– бір жұмысшы үшін қажетті ауа мөлшері (20–30 м/сағ).

Ауа алмастыруды қамтамасыз ететін техникалық құрал–жабдықтар жиынтығы да желдету деп аталады. Сырттан сорылып алынатын ауаны шаң – тозаңнан тазарту үшін желдету жүйелеріне ауа сүзгілер орнатылады, ал тысқа шығарылатын ауа шаң тұтқыштар – абсорбер және адсорберлер арқылы тазартылады.

4.4 Есептеу бөлім

4.4.1 Жерлендіруді есептеу

Есептеуге арналған негізгі мәндер:

1) P=5 кВт – құрылғының трансформатордан алынатын электрэнергия қуаты;

2) U=380 В – айнымалы кернеу;

3) ААШвУ 4х6 кабелдің параметрі:

ρ=0,028 (Ом·мм/м) – алюминидің меншікті кедергісі;

S=6 мм – өткізгіштің көлденең қимасы;

l=200 м – өткізгіш ұзындығы;

4) R=1000 Ом – адам денесінің кедергісі;

5) k=1,4 – номинал тоқтың бөлу коэффициенті;

Мыс және алюминий өткізгіштерінің ішкі индуктивті кедергілері $X_ф$ және $X_н$ мөлшері салыстырмалы аз, сондықтан оларды елемеуге болады.

Фаза–нөл контурының жолақ бірлігіне сыртқы индуктивті кедергінің $X_п$ мөлшері 2r бірдей диаметрлі көлденең қимасы дөңгелек сымы бар екі сымды жолақ үшін арналған белгілі формула арқылы есептеледі:

$$X'_n = wL = w\frac{\mu_0 l}{\pi} ln\frac{d}{r} \text{ (Ом/м)} \quad (4.5)$$

мұндағы w– бұрыштық жиілік, w=2·π ·f = 314 рад/с;

L– жолақ индуктивтілігі;

μ_0 =4π ·10^{-7}Гн/м;

l– жолақ ұзындығы;

d– өткізгіштер арасындағы ара қашықтық, м;

r– өткізгіштің радиусы, м;

Осыдан:

$$X'_n = 3.14 * 4 * 10^{-7} * 2.3 ln\frac{d}{r} \text{(Ом/км)} \quad (4.6)$$

Егер $I_{КТ}$тогының мәні келесі шартты қанағаттандырса, фаза нөлденген корпусқа тұйықталған кезде электр қондырғысы автоматты түрде өшіп қалады:

$$I_{КТ} > k * I_{НОМ} \quad (4.7)$$

мұндағы к – номинал токтың бөлу коэффиценті;

$I_{НОМ}$ – номиналды ток.

Бұл жағдайда Ікз үшін комплексті түрде өрнек келесідей болады:

$$I_{КТ} = U_ф / \left(\frac{Z_Т}{3} + Z_ф + Z_Н + jX_П\right) \quad (4.8)$$

мұндағы $Z_т$ – үш фазалы ток көзінің (трансформатордың) орамдарының толық кедергі комплексі;

$Z_ф=R_ф + jX_ф$ – фазалық өткізгіштің толық кедергі комплексі;

$Z_н=R_н + jX_н$ – нөлдік өткізгіш толық кедергісінің комплексі;

$R_ф$, $R_н$ – фазалық және нөлдік өткізгіштерінің активті кедергілері;

$X_ф$, $X_н$ – фазалық және нөлдік өткізгіштердің ішкі индіктивті кедергілері;

$X_п$ – контурдың сыртқы индуктивті кедергісі (фазалық өткізгіш – нөлдік өткізгіш).

Бұл өрнекті басқаша келесідей етіп жазуға болады:

$$I_{КТ} = U_ф / \left(\frac{Z_T}{3} + \sqrt{\left(R_ф \pm R_H\right)^2 + \left(X_ф + X_Н + X_П\right)^2} \right) \quad (4.9)$$

$I_{кт}$ есептеу үшін алдымен кәбілдің түрі мен маркасын таңдап алу қажет, содан кейін кәбілдің мінездемелеріне байланысты есептеулер жүргізу қажет.

Әр фазаның тұтынатын қуаты 5 кВт аспайтындықтан қалған барлық есептеулерді бір фаза үшін келтіремін. Бұл фазаның номинал тогы келесідей болады:

$$I_{ном} = (5 * I_{жкт})/2.5 \quad (4.10)$$

мұндағы $I_{ЖКТ}$– жүктеметогы

$$I_{ЖКТ} = P/(\sqrt{3Ucos\varphi}) \quad (4.11)$$

мұндағы P =5000 Вт

U =380 В

cosϕ=0,8

$$I_{ЖКТ} = 5000/(\sqrt{3 * 380 * 0.8} = 9.5(A)$$

Бұдан тұтынушы номинал ток:

$$I_{ном} = 5 * \frac{9.5}{2.5} = 19(A)$$

Максимал қорау үшін өшіруші ретінде автоматы өшіргіштер қолданылады. k =1.4, формуласы бойынша:

$$k * I_{ном} \geq 1.4 * 19 = 27\ (A)$$

Құрастырушы цехті электрмен қамтамасыз ету үшін жиырма бес киловатты, майлы, үш фазалы трансформатор қолданы жеткілікті.

Zт = 0.906 Ом жиырма бес киловатты трансформатор таңдаймын. Оған келетін ААШвУ 4х6 кәбілін таңдаймын. Бұл кәбілдің негізі алюминиден жасалған. Алюминиден жасалған өткізгіштердің актив кедергілерінің мәндері келесідей анықталады:

$$R_ф = \rho * l/S \tag{4.12}$$

мұндағы ρ = 0.028 (Ом х мм/м) – алюминидің меншікті кедергісі

l – өткізгіштердің ұзындыңы (м),

S – өткізгіштердің кесуі(мм).

Фазалық өткізгіштің активті кедергісі:

$$R_ф = R_н = 0.028 * \frac{200}{6} = 10\ (м)$$

Алюминиден жасалған өткізгіштердің ішкі индуктивті кедергісі $X_ф$ салыстырмалы түрде өте аз (0.0156 Ом/км жуық), сондықтан оны елемеуге болады. $X_Н$ және $X_П$ кедергілерінің де мәндері өте аз, сондықтан оларды елемейміз.

Сонда қорғаудың қосылуына қажет $I_{КТ}$ келесідей анықталады:

$$I_T = 220/(\frac{Z_T}{3} + \sqrt{(R_ф \pm R_н)^2} \tag{4.13}$$

$$I_T = 220/(\frac{0.906}{3} + \sqrt{(1 \pm 1)^2} = 52\ (A)$$

Жүйенің өшіргіш қабілетін қамтамасыз ету үшін автоматы өшіруші таңдау қажет. $I_{кз}$ мәні келесі шартты қанағаттандыру керек:

$$I_T > k * I_{ном} \tag{4.14}$$

Бұл жағдайда тию кернеуі:

$$U_k = I_T * Z_н \tag{4.15}$$

$$U_k = 52 * \sqrt{1} = 52\ (B).$$

Адам денесінен өтетін ток:

$$I_h = \frac{U_k}{R_h} \tag{4.16}$$

мұндағы, R_h – адам денесінің кедергісі (R_h=1000 Ом),

$$I_h = \frac{52}{1000} = 5.2\ (мА).$$

Есептеулер нәтижесі бойынша жерлендіруді қолданғанда адам денесінен өтетін ток – 5,2 мА, ал адам денесінің кедергісі R_h=1000 Ом. Токтың бұл мәні адам үшін аса қауіпті емес.

Автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмыс жасауын қамтамассыз ету үшін параметрлерін есептеу

Үлкен көлемдегі өртті сөндіру үшін көмірқышқыл – хладон құрамының есептік салмағы келесі өрнекпен анықталады:

$$m_d = k_6 * g_n * V \qquad (4.17)$$

мұндағы k_6 = l,2 – көмірқышқыл – хладон құрамының есептелмейтін жоғалтулар өтемнің коэффициенті;

g_n = 0,4 кг/м3 – көмір қышқыл – хладон құрамының нормативтік жаппай шоғырландыруы;

V – бөлменің көлемі.

$$V = A * B * H \qquad (4.18)$$

мұндағы A = 6 м – бөлмеұзындығы;

B = 3 м – бөлмеені;

H = 2.5 м – бөлмебиіктігі.

Сонда: V=6*3*2.5=47 ($м^3$)

Осыданшығатыны:

$$m_d = 1.2 * 0.4 * 47 = 22.56\ (кг).$$

Баллондаресептіксаныξ_2көмірқышқыл – хладонның 25 кгқұрамының 40 литрлікбаллонғасыймдылығынананықталады.
Сондықтанекібаллонорнатылады.

Магистралді құбырдың ішкі диаметрі d_i, мм, келесі формула бойынша анықталады:

$$d_i = d_l * \sqrt{\xi_2} \qquad (4.19)$$

мұндағы d_l – баллонның сифондық құбырының диаметрі, мм;

ξ_2– бір мезгілде оқталатын баллондар саны.

Сонда:

$$d_i = 12 * \sqrt{2} = 17 \text{ (мм)}.$$

Магистралді құбырдың баламалы ұзындығы l_2, м, келесі формула бойынша анықталады:

$$l_2 = k_7 * l \qquad (4.20)$$

мұндағы k_7=1,2 – есепке алынбайтын жергілікті жоғалтуларды өтем үшін құбырдың ұзындығының үлкею коэффициенті;

l = 3м – жоба бойынша құбырдың ұзындығы.

Сонда:

$$l_2 = 1.2 * 3 = 3.6 \text{(м)}.$$

Суландырғыштың шығыс саңылауының қимасының ауданы A_3 мм^2, келесі формула бойынша анықталады:

$$A_3 = S/\xi_1 \qquad (4.20)$$

мұндағы S – магистралдіқұбырдыңқимасыныңауданы, мм^2;

ξ_1– суландырғыштардың саны.

$$A_3 = 3.14 * \frac{8.5^2}{1} = 226.865 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Көмірқышқыл – хладон құрамының негізгі бөлігінің массасы келесі формула бойынша анықталады:

$$m = 1.1 * m_d * \left(1 + \frac{k_8}{k_6}\right) \qquad (4.21)$$

мұндағы k_8 = 0,2 – көмірқышқыл – хладон құрамының, баллон мен құбырда қалып қалған қалдығының коэффициенті;

k_6– кесте бойынша алынады.

Нәтижесінде:

$$m = 1.1 * 22.56 * \left(1 + \frac{0.2}{1.2}\right) = 28.95 \text{(кг)}.$$

Алған нәтижелерден келесідей қорытынды жасауға болады, автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмысы жасауын қамтамассыз ету үшін сыйымдылығы 40 литр және қалыпты қысымы 12,5 МПа болатын 1 баллон

көмірқышқыл – хладон құрамы қажет болады. Бөлмеде заряд шығарылымының ұзақтығы 0,26 с болатын 1 суландырғыш орнатылған.

Өртті алдын алу үшін орындалған іс-шаралар:

- жылына бір рет инструктаж өткізіледі;

- өрт кезінде адамдарды эвакуациялау жолдары жасалынды. Эвакуация уақыты 3 мин. Эвакуация жолдары – сыртқа шығатын есіктері бар баспалдақтарға немесе коридорға әкелетін жолдар, терезе саналмайды. Өрт болған жағдайда сыртқа шығу жолдары қарастырылған. Бөлме ауданы небәрі 24 $м^2$, ал онда жұмыс істейтін адамдар саны 3 болғандықтан эвакуациялық жолдармен адамдардың сыртқа шығуы қиындық тудырмайтындай орналасқан. Осылайша бөлмеде өрт сөндіргіш құралдар мен оны алдын-ала хабарлау жүйесі орнатылып, өрттен қорғану шаралары дұрыс ұйымдастырылған.

Өрттің пайда болу себептері:

-аппараттың элементтерінің жануы;

-жөнделмеген ажыратқыштардан, розеткалардан, бөлімдегі материалдармен тікелей қатынаста болатын желдету жүйелерінен бөлім материалдарының жануы;

-жабдықты эксплуатациялау режімдерін сақтамау, қызметшінің дұрыс емес әрекеті.

Өрт болған жағдайда тек бөлме ғана зиян шекпейді, сонымен бірге қымбат тұратын аппараттар, адам өлімі болуы мүмкін. Сондықтан өртті ертерек тауып және сөндіру бойынша шара қолдану қажет. Бөлмені қорғау үшін көмірқышқыл негізіндегі ОУ-3 өрт сөндіргішті таңдаймыз.

Сонымен қатар өрт хабарлайтын құрылғы орнатуға болады. Олар әр түрлі түтіндік, жылулық, жарықтық болып бөлінеді.

5 Бизнес - жоспар

5.1 Жобаны жүзеге асыру үшін инвестиция шығынын анықтау

Дипломдық жобада LTE және UMTS технологияларын Жамбыл облысында жобалап, олардың экономикалқ тұрғыдан тиімділігін салыстырамыз. 2014 жылдың 1 қаңтарындағы санақ мәліметтеріне сүйенсек,

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс – монтаждау шығындары кіреді. Жалпы капиталдық шығындыесептейміз:

$$К=К_{жабд}+К_{салу}+К_{көлік}+К_{жоба} \qquad (5.1)$$

мұндағы $К_{жабд}$– жабдықтарды сатып алу;

$К_{салу}$–құрылыс салу және монтаждау шығыны;

$К_{көлік}$–көлік шығыны;

$К_{жоба}$–жобалау шығыны.

Әр фазаның тұтынатын қуаты 5 кВт аспайтындықтан қалған барлық

есептеулерді бір фаза үшін келтіремін. Бұл фазаның номинал тогы келесідей болады.

Бюджеттің кіріс бөлігі келесі болжамдарды ескере отырып тұрғызылған: бір абоненттің орташа айлық телефон трафигі заңды тұлғалар үшін, LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып.

Бітіру жұмысында кәсіпорын байланысын дамытуда,кеңейтуде және қайта құруда келесідей экономикалық нәтиже көрсеткіштері есептеледі.

Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады. LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін және жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық. ЕБҚ негізгі еңбек ақы мөлшері, оның 15% ын құрайтын қосымша (түнгі қызмет жұмыстарында). Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады. LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін және жобалау кезінде құрылғылар құнын анықтадық.

5.1 кесте – LTE технологиясына негізделген базалық станцияны құру үшін талап етілетін құрал-жабдықтар және олардың бағалары

Құрылғы атауы және қысқаша сипаттамасы	Өлшем бірлігі	Құны (теңге)	Бір БС үшін қажетті саны	Базалық станция саны	Сомасы, тенге
Базалықстанция Huawei (6 cell, 2T2R)	Дана	1 632 451,32	1	50	81 622 566,00
Базалықстанцияүшінинсталляциямате риалдарыHuawei (6 cell, 2T2R)	Дана	761 556,00	1	50	38 077 800,00
РРЛқұрылғы Microwave Antenna,A23D06HAC,23G,600mm,HP, Dual Polarization,Direct(XMC)/Separate(All RTN ODU)	Дана	12312485, 00	1	50	615 624 250,00
Universal Main Processing & Transmission Unit (4 E1&1 Electrical FE/GE&1 Optical FE/GE,UMPTb1)	Дана	311 945,00	1	50	15 597 250,00
Құрылғы атауы және қысқаша сипаттамасы	Өлшем бірлігі	Құны (теңге)	Бір БС үшін қажетті саны	Базалық станция саны	Сомасы, тенге
СВЧрадиомодульдер (ODU) Microwave Outdoor Unit,RTN XMC,23G,-2,1008MHz,Sub Band A,Low site,H ,21990.5MHz,22330MHz,Without doc,WR-42,H01	дана	410 659,00	2	100	82 131 800,00

Секторлықантенналар Directional Antenna,DXX-790-960/1710-2180-65/65-15i/17.5i-M/M,4*7/16 DIN Female,Downtilt kit packed separately	дана	150 695,00	3	150	67 812 750,00
Қорек көздері	дана	28 473,00	4	200	22 778 400,00
Телекоммуникациялық шкафтар 33U 600*800	дана	124 165,00	1	50	6 208 250,00
Жалпы					929 853 066,00

Бюджеттің кіріс бөлігі келесі болжамдарды ескере отырып тұрғызылған: бір абоненттің орташа айлық телефон трафигі заңды тұлғалар үшін, LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып.

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс – монтаждау шығындары кіреді. Жалпы капиталдық шығындыесептейміз: Бір жылдық шығын соммасы кәсіпорынның өзіндік құны немесе осы байланыс жүйесінің эксплуатациясына кететін шығындар мына өрнек бойынша анықталады

5.2 кесте– UMTS технологиясына негізделген базалық станцияны құру үшін талап етілетін құрал-жабдықтар және олардың бағалары

Құрылғы атауы және қысқаша сипаттамасы	Өлшем бірлігі	Құны (теңге)	Бір БС үшін қажетті саны	Базалық станция саны
Базалықстанция WiMAX 802.16e U-RAS Flexible	Дана	1 138 664,02	1	50
Базалықстанцияүшінинсталляцияматериалдары WiMAX 802.16e U-RAS Flexible	Дана	562 871,00	1	50
РРЛ құрылғы	Дана	10 918 523,95	1	50
IP-10 IDU Ethernet Only, with EOW + UC + Alarms	Дана	242 877,29	1	50
СВЧ радиомодульдер (ODU)	Дана	398 048,88	2	50
Секторлық антенналар	Дана	10 6 525,13	3	50
Қорек көздері	Дана	28 473,00	4	50
Телекоммуникациялық шкафтар 33U 600*800	Дана	51 970,00	1	50
Жалпы				

5.3 кесте– Жалпы жобалауға қажетті шығын атауы, саны мен олардың бағалары

Атауы	Саны (дана)	Бағасы (теңге)	Сомасы (теңге)

офистік үстелдер	24	10000	240000
орындық	24	5000	120000
компьютер	24	150000	3600000
принтер, ксерокс, сканер	1	30000	30000
кондиционер	1	70000	70000
Шкаф	12	6500	78000
монтаждаушы жұмыскерлердің арнайы киімдері	8	4200	33600
Жалпы			4171600

Бітіру жұмысында кәсіпорын байланысын дамытуда,кеңейтуде және қайта құруда келесідей экономикалық нәтиже көрсеткіштері есептеледі.
Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады. LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін және жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық. ЕБҚ негізгі еңбек ақы мөлшері, оның 15% ын құрайтын қосымша (түнгі қызмет жұмыстарында).

5.4 кесте – Жалпы капиталды шығындардың көлемі

Шығын атауы	LTE	UMTS
Жабдықтарды сатып алу шығыны	929 853 066,00	707 223 570,50
Көлікшығыны (жабдықбағасының 5пайызынқұрайды)	46492653,3	35361178,53
құрылыссалужәнемонтаждаушығыны (жабдықбағасының 8 пайызынқұрайды)	74388245,28	56577885,64
Ескерілмеген шығын (10 пайыз)	92985306,6	70722357,05
Жобалауға қажетті шығын	4171600	4171600
Жалпы капиталды шығын	1 147 890 871,18	874 056 591,72

5.2 Пайдалану шығындары

Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады. LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін және жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық.

Жобаны ұйымдастыруға қатысатын жұмысшылар тізімі мен олардың айлық/жылдық жалақы мөлшері 5.5 кестеде көрсетілген.

5.5кесте– Жұмыс ұжымы туралы мәлімет

Қызмет дәрежесі	Саны	Бір айлық жалақысы (теңге)	Сомасы (теңге)	Бір жылдық жалақысы (теңге)
Бас директор	1	400000	400000	4800000
Жоба жетекшісі	1	250000	250000	3000000
Бухгалтер	1	150000	150000	1800000
Программист	1	90000	90000	1080000
Маркетолог	1	120000	120000	1440000
Сатылым менеджері	1	120000	120000	1440000
Құрылыс-монтаждау жұмыс инженерлері	4	150000	600000	7200000
Жалға беру бөлімі жұмысшылары	4	120000	480000	5760000
Инженер-жобалаушылар	4	120000	480000	5760000
Операторлар	4	90000	360000	4320000
Техника қауіпсіздік инженері	1	90000	90000	1080000
офис - менеджер	1	90000	90000	1080000
Монтаждаушы жұмысшылар	8	70000	560000	6720000
Жалпы				45480000

Бір жылдық шығын соммасы кәсіпорынның өзіндік құны немесе осы байланыс жүйесінің эксплуатациясына кететін шығындар мына өрнек бойынша анықталады:

$$\sum Э = ЕБҚ + Ә_с + М + Э_{энер} + А + К + Y \text{ (теңге)}, \qquad (5.2)$$

мұндағы ЕБҚ – еңбекті бағалу қоры;

$Ә_с$ – әлеуметтік салық;

М – заттар, қосалқы бөлшектер шығыны (бұлар жобалауға қажетті шығынның 5% құрайды);

$Э_{энер}$– электр энергиясы шығыны;

А – амортизациялық аударма;

К – кредиттер;

Y – үстеме шығыны (бұған көлік шығыны, әкімшілік, шаруашылық, мамандар дайындау, кеңсе шығындары жатады), өзіндік құнның 75%-ға дейінгі мөлшеріндей болады.

ЕБҚ негізгі еңбек ақы мөлшері, оның 15% ын құрайтын қосымша (түнгі қызмет жұмыстарында, мерзімнен тыс және т.б. еңбекке кеткен) шығыннан және негізгі еңбек ақының 30% құрайтын (денсаулық, отбасылық жағдайларға байланысты төлемақы мен үстемдеме ақысынан (премия)) тұрады.

ЕБҚ=45480000 + 45480000*0.15 + 45480000*0.3 = 65946000 (теңге).

$Ә_с$ - Әлеуметтік сақтандыру қорына бөлінуі және ол еңбекті бағалау қорының 11%-ын құрайды:

$$Ә_с = 0.11 \cdot (ЕБҚ – ЗҚ) \text{(теңге)}, \qquad (5.3)$$

мұндағы ЗҚ – зейнетақы қоры
Зейнетақы қоры еңбекті бағалау қорының 10% құрайды:

$$ЗҚ = 0.1 \cdot ЕБҚ \text{ (теңге)}, \quad (5.4)$$

$$ЗҚ = 0.1 \cdot 65946000 = 6594600 \text{ (теңге)}.$$

Әлеуметтік салықты:

$$Әс = 0.11 \cdot (65946000 – 6594600) = 6528654 \text{ (теңге)}.$$

Қор бөлімдері мен материал шығындары жобалауға қажетті шығынның 5% құрайды.

$$М= 0,05* 4171600=208580 \text{ (теңге)}.$$

Электроэнергия шығындары $Э_н$, теңге, келесі өрнекмен анықталады:

$$Э_Н =\sum (20 \cdot W) \quad (5.5)$$

мұндағы 20 – бір кВТ/сағат бағасы;
W–кВт/сағат – өндірістік электроэнергия шығыны

5.6 кесте– Электроэнергияға кететін шығын

Атауы	Саны	Қуаты, (кВт)	Мерзімі (сағат)	1кВт/сағ энергия құны (теңге)	Сомасы (теңге)
БС	50	0,145	8760	20	1270200
Коммутатор	1	0,55			96360
Маршрутизатор	1	0,95			166440
Қорек көзі	200	1,2			42048000
Жалпы					43581000

Амортизациялық аударма мөлшерін есептеу. Амортизациялық аударманың байланыс саласы бойыша нормасы 25%-ға дейін:

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} \quad (5.6)$$

LTE үшін:

$$A= 25 *1\ 147\ 890\ 871,18/100 = 286\ 972\ 717,795 \text{ (теңге)}.$$

UMTS үшін:

А= 25 *874 056 591,72/100 = 218 514 148 (теңге).

Үстемелік шығындарды таппас бұрын негізгі шығындарды $Н_Ш$ табамыз. Ол келесі түрде есептеледі:

$$Н_Ш = Э_Н + М + А + ЕБҚ + Ә_С \quad (5.7)$$

LTE үшін $Н_Ш$ =403 236 951,8 (теңге).

UMTS үшін $Н_Ш$ =334 778 382 (теңге)

Үстемелік шығындарды Y,)теңге):

$$Y = 0,3 \cdot Н_Ш \quad (5.8)$$

LTE үшін Y =403 236 951,8 *0,3= 120 971 085,6 (теңге).
UMTS үшін Y =334 778 382*0.3= 100 433 514,6 (теңге).

LTE үшін:

А= 25 *1 147 890 871,18/100 = 286 972 717,795 (теңге).

5.7кесте–Эксплуатациялық шығындар

Шығын	Сипаттама	Сомасы (теңге)	
		LTE	UMTS
ЕБҚ	$ЗП_{НЕГ} + ЗП_{ҚОСЫМ} + П$	65946000	65946000
Әлеуметтік салық	Зейнетақы қорына бөлінетін шығынды ескере отырып, ЕАҚ ның 11%	6528654	6528654
Қор бөлімдері мен материал шығындары	жобалауға қажетті шығынның 5% құрайды.	208580	208580
Электроэнергияға кететін шығын		43581000	43581000
Амортизациялық аударма	Амортизациялық аударманың байланыс саласы бойыша нормасы 25%-ға дейін	286972718	218514147,9
Үстемелік шығындар	Негізгі шығындардың 30%ын құрайды деп алдық	120971086	100433514,6
Жалпы		**524208037**	**435211896,5**

5.3 Табысты есептеу

Бюджеттің кіріс бөлігі келесі болжамдарды ескере отырып тұрғызылған:

- бір абоненттің орташа айлық телефон трафигі заңды тұлғалар үшін – LTE Advanced 30 минут, UMTS 20 минут; жеке тұлғалар үшін – LTE Advanced 10 минут, UMTS 5 минутты құрайды;

- бір абоненттің орташа айлық трафигінің көлемі орташа баға арқылы заңды тұлғалар үшін – LTE Advanced 1Мбайтта 18 тенге, UMTS 1Мбайтта 10 тенге; жеке тұлғалар үшін – LTE Advanced 1Мбайтта 8 тенге болатындай 1200 Мбайт, UMTS 1 Мбайтта 5 тенге болатындай 1 200 Мбайт құрайды;

- қосылу құны заңды тұлғалар үшін – LTE Advanced 3000 тенге, UMTS 2000 тенге, жеке тұлғалар– LTE Advanced 1500 тенгені, UMTS 1000 теңгені құрайды;

- абоненттік төлемақы ай сайынғы заңды тұлғалар үшін – LTE Advanced 1000 теңге, UMTS 700 тенге, жеке тұлғалар үшін – LTE Advanced 500 теңге, UMTS 300 тенгені құрайды;

- кірісті есептеу үшін телефон трафигі бойынша орташа статистикалық тариф – толық /жартылай 1 минутқа заңды тұлғалар үшін – LTE Advanced 12 теңге, UMTS үшін 10 теңге, жеке тұлғалар үшін – LTE Advanced 10 теңге, UMTS 7 теңге қабылданған.

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс – монтаждау шығындары кіреді. Жалпы капиталдық шығынды есептейміз. Түрлі деңгейдегі байланыс операторлары (жергілікті, аймақтық, ұлттық және т.б.) тарапынан көрсетіліп жатқан телекоммуникациялық қызметке деген сұраныс күнсанап өсіп келеді.

5.8кесте – LTE UMTS технологияларына негізделген байланыс операторының қызмет көрсеті тарифтік жоспары

Тариф	бір абоненттің орташа айлық телефон трафигі (мин)		бір абоненттің орташа айлық трафигінің көлемі орташа баға арқылы (теңге/Мбайт)		қосылу құны (теңге)		абоненттік төлемақы (теңге)	
	заңды тұлғалар үшін	жеке тұлғалар үшін	заңды тұлғалар үшін	жеке тұлғалар үшін	заңды тұлғалар үшін	жеке тұлғалар үшін	заңды тұлғалар үшін	жеке тұлғалар үшін
LTE	30	10	18	8	3000	1500	1000	500
UMTS	20	5	10	5	2000	1000	700	300

Шамамен, жылына әр технологияға негізделген байланыс желісіне заңды 5000 тұлға, жеке 400 тұлға қызмет етіледі деп аламыз.

Халықаралық және қалааралық телефон қызметтерінен түсетін кіріс:

$$S_{баст} = 12 \cdot N \cdot T_{баст} \cdot t \qquad (5.9)$$

мұндағы N– желінің жобаланатын абоненттерінің саны;

t – орташа айлық телефон трафигі;

$T_{исх}$ – ұсынылатын тариф;

заңды тұлғалар үшін:

LTE Advanced: $S_{баст.заң}$ = 12 · 5000 · 30 ·18 = 3млн 240(теңге).

UMTS: $S_{баст.заң}$ = 12 · 5000 · 20 ·10 = 1млн 200 (теңге).

жеке тұлғалар үшін :

LTE Advanced: $S_{баст.жеке}$ = 12 · 400 · 10 ·8 =384 мың.(теңге).

UMTS: $S_{баст.жеке}$ = 12 · 400 · 5 ·5 =120 мың.(теңге).

Осыдан, халықаралық және қалааралық телефон қызметтерінен түсетінкіріс:

LTE Advanced үшін: $S_{баст}$ = $S_{баст.жеке}$ + $S_{баст.заң}$ = 324000

UMTS үшін: $S_{исх}$ = $S_{баст.жеке}$ + $S_{баст.заң}$ = 1200 000 + 120 000 = 12120000(теңге).

Абоненттік төлемақыдан түсетін кіріс:

$$S_{абон} = 12 \cdot N \cdot T_{абон} \qquad (5.10)$$

мұндағы N – желінің жобаланатын абоненттерінің саны;
$T_{абон}$ – абоненттік төлемақы тарифі.
заңды тұлғалар үшін:

LTE Advanced: $S_{абон.заң}$ = 12 · 5000 ·1000 = 60 млн.(теңге).

UMTS: $S_{абон.заң}$ = 12 · 5000 ·700 = 42 млн.(теңге).

жеке тұлғалар үшін :

LTE Advanced: $S_{абон.жеке}$ = 12 · 400 · 500 = 2млн 400 (теңге).

UMTS: $S_{абон.жеке}$ = 12 · 400 · 300 = 1млн 440(теңге).

Осыдан, абоненттік төлемақыдан түсетін кіріс:

LTE Advanced: $S_{абон}$ = $S_{абон.заң}$ + $S_{абон.жеке}$ = 60 млн + 2млн 400 мың = 62млн 400 мың

UMTS: $S_{абон}$ = $S_{абон.заң}$ + $S_{абон.жеке}$ = 42 млн + 1 млн 440 мың = 43

млн 440 мың

Интернетке қатынау қызметінен түсетін кіріс:

$$S_{int} = 12 \cdot N \cdot T_{int} \cdot V_{int} \quad (5.11)$$

мұндағы n – желінің жобаланатын абоненттерінің саны;
V_{int} – трафик көлемі;
T_{int} –1 Мбайт трафиктегі тариф;

заңды тұлғалар жағы үшін :

LTE Advanced: $S_{int.заң} = 12 \cdot 5000 \cdot 1200 \cdot 18 = 1$млрд296млн.(теңге).

UMTS: $S_{int.заң} = 12 \cdot 5000 \cdot 1200 \cdot 10 = 720$ млн;

жеке тұлғалар үшін :
LTE Advanced: $S_{int.жеке} = 12 \cdot 400 \cdot 500 \cdot 8 = 19$ млн.200 мың (теңге).
UMTS: $S_{int.жеке} = 12 \cdot 400 \cdot 500 \cdot 5 = 12$ млн (теңге).

Осыдан, Интернетке қатынау қызметінен түсетін кірісті:

LTE Advanced: $S_{int} = S_{int.заң} + S_{int.жеке} = 1\,296\,000\,000 + 19200\,000 =$ 1млрд315млн.200 мың (теңге).

UMTS:$S_{int} = S_{int.заң} + S_{int.жеке} = 720\,000\,000 + 12\,000\,000 = 732$ млн

Әрбір жаңа абоненттің желіге қосылу кірісін есептейміз:
заңды тұлғалар үшін:

LTE Advanced: $S_{п.заң} = 3000 \cdot 5000 = 15$ млн (теңге).

UMTS:$S_{п.заң} = 2000 \cdot 5000 = 10$ млн.(теңге).

жеке тұлғалар үшін:

LTE Advanced: $S_{п.жеке} = 1500 \cdot 400 = 600$ мың (теңге).

UMTS:$S_{п.жеке} = 1000 \cdot 400 = 400$ мың (теңге).

Қосылудан түсетін кіріс:

LTE Advanced: $S_{по.} = S_{по.заң} + S_{по.жеке} = 15$ млн + 600 мың =

15600000(теңге).

UMTS:Sпо. = Sпо.заң + Sпо.жеке = 10 млн + 400мың = 10400000 (теңге).

Барлық жүзеге асырудағы кірісті есептейміз:

LTE Advanced үшін: $S=S_{баст}+S_{int}+S_{абон}+S_{по}$= 1425984 000(теңге).

UMTS үшін: $S=S_{баст}+S_{int}+S_{абон}+S_{по}$= 797960 000(теңге).

Оның сапасы байланыс операторларының техникалық тұрғыдан жабдықталу дәрежесіне байланысты және көбіне–көп ақпараттық ағынды жіберу барысында қандай байланыс каналдарын пайдалануына қарай айқындалады. Байланыстың цифрлік жүйесіне көшу соңғы жылдардың көрінісі. Егер өркениетті елдерде бұл процесс толық аяқталды десек, Қазақстанда әлі де өзекті күйінде қалып отыр. LTE Advanced технологиясының жүйесі 350 км/сағ жылдамдықпен жүріп бара жатырған қолданушыға қызмет көрсете алады.

5.9кесте – Жалпы табысты есептеу

Қызмет атауы		LTE бойынша кіріс (теңге)	UMTS бойынша кіріс (теңге)
Халықаралық және қалааралық телефон қызметтерінен түсетінкіріс (теңге)	заңды тұлғалар үшін	32400000	12000000
	жеке тұлғалар үшін	384000	120000
	Жалпы	32784000	12120000
Абоненттіктөлемақыдантүсетінкіріс (теңге)	заңды тұлғалар үшін	60000000	42000000
	жеке тұлғалар үшін	2400000	1440000
	Жалпы	62400000	43440000
Интернеткеқатынауқызметінентүсетінкіріс (теңге)	заңды тұлғалар үшін	1296000000	720000000

5.4 Экономикалық тиімділіктің көрсеткіштерін есептеу

Бітіру жұмысында кәсіпорын байланысындамытуда, кеңейтуде және қайта құруда келесідей экономикалық нәтиже көрсеткіштеріесептеледі.

Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады.

$$Е=ТТ/К \quad (5.12)$$

Негізгі қызмет табысы:

$$Т_{НЕГ}= S–Э \quad (5.13)$$

LTEAdvancedүшін: $Т_{НЕГ}$= 1 425 984 000 – 524208037 = 901775962,7

UMTSүшін: $Т_{НЕГ}$= 797 960 000 – 435211896,5 =362 748 103,5 (теңге).

Пайдадан 20% корпоративті салық алынып тасталады. Осыдан, таза табысты табамыз:

LTE үшін: ТТ= 901 775 962,7 * 0,8 = 721420770,13 (теңге).

UMTS үшін: ТТ= 362 748 103,5 * 0,8 = 290 198 482,8 (теңге).

5.10 кесте– LTEAdvanced және UMTSүшінэкономикалықкөрсеткіштер

Көрсеткіш атаулары	LTEAdvancedүшінэкономикалықкөрсеткіштер	UMTS үшін экономикалықкөрсеткіштер
Капитал шығындары,	1147890871,18	874056591,72
Эксплуатациялық шығындар,	524208037,33	435211896,51
Таза	721420770,13	290198482,79
Абсолютті экономикалық тиімділік	0,63	0,33
Қайтарылу мерзімі,жыл	1,59	3,01

5.10кестеде көрсетілгендей жобаны енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда мөлшерін есептепшығардық.

Қорытынды

Қорытындылай келе, Үшінші ұрпақтың ұялы байланыс желілерінің дамуы үшін 2 ГГц диапазонындағы спектр көлемінің тапшылығына байланысты жүйенің спектрлік тиімділігін жақсарту қажеттілігінен туды. Осыған орай, қызмет көрсету спектрі мен мүмкін болатын қосымшаларды кеңейтуге әрі оларды айтарлықтай техникалық жетілуіне бағытталған жүйе болып UMTS жүйесі қала береді. Дипломдық жобада жүргізілген анализ көрсеткендей, үялы және сымсыз байланыс жүйелерін салыстыру үшін тек спектрлік тиімділікті емес, сонымен қатар желі қолжетімділігі, қызмет сапасы, инфрақұрылым құны, роуминг және терминалды құрылғы параметрлері сияқты техникалық жетілдіру жолдарын анықтайтын функциялар параметрлерінің жүйесін есепке алған жөн.

Ұялы байланыс желілерін (ҰБЖ) дамыту үрдісінде оларды жоспарлау және оптимизациялау сұрақтары маңызды болады. Ұялы байланыс желісін құрастыру және жетілдіру кезінде екі ажырамас байланысқан сұрақтар шешіледі: желіні жоспарлау (алдын ала және толық), желі оптимизациясы (эксплуатация нәтижесі бойнша қайта жоспарлау). Бұл міндеттерді орындағанда дәл сондай есептеулер мен амалдар істелінеді. Сонымен қатар, түрлі стандарттардың желілерінің жоспарлануы мен оптимизациясы да ұқсас.

Берілген дипломдық жоба барысында UMTS жәнеLTE жоспарланды және салыстырылды. Жоспарлаудың бастапқы кезеңі үшін маңызды болып саналатын есептеулер жүргізілді.

LTE Advanced және UMTS технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға

келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін және жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық.Сонымен қатар жобаны енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда мөлшерін есептеп шығардық. Жобаның өзін – өзі ақтау мерзімі LTE Advanced үшін 1,59, ал UMTS технологиясы үшін 3,01жыл.

LTE Advanced технологиясын енгізу UMTS технологиясын енгізуге қарағанда көп инвестициялық шығынды талап еткенімен, таза табыс көлемі әлдеқайда көбірек. Сонымен қатар жобаның қайтарылу мерзімі 1,4 жылға тезірек болып отыр. Барлық экономикалық көрсеткіштерді саралай келе, Жамбыл облысының аймағына қазіргі кезде UMTS технологиясына қарағанда LTE Advanced технологиясы тиімдірек деп тұжырымдама жасауға болады.

Осы тақырыпта өнеркәсіптің еңбек жағдайын, операторлық бөлмедегі ауа алмасу процесін, желдету процесін, қршаған ортаны қорғау, жерлендірудіңқоршаған өткізгіштігіне қойылатын талаптарын, өрт қауіпсіздігін және жарықтандыруды қарастырдық. Жүргізілген есептеулер еңбек жағдайларын нормалар мен талаптарға сай екендігіне көз жеткізді.

Әдебиеттер тізімі

1 Технологии и средства связи №1, 2011.

2 В.О.Тихвинский, С.В. Терентьев, А.Б. Юрчук. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. «Экотрендз», Москва, 2010 жыл

3 Л.Г. Мордухович, А.П.Степанов. Системы радиосвязи. Курсовое проектирование. «Радио и связь», Москва, 1997ж

4 Листопад Н.И., В.М. Козел, К.Л.Горбачев, К.А.Ковалев. Системы и сети цифровой радиосвязи. «Издательство Гревцова», Минск, 2009ж

5 Козел В.М. Принципы планирования сетей подвижной связи на основе модели многослойного покрытия. «Телекоммуникационные технологии». Севастополь, 2005

6 Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи, Москва, 1997, 239 бет

7 Бобков В.Ю., М.А.Вознюк, В.И.Дмитриев. Системы мобильной связи, СПб ГУТ.–СПБ,1999

8 Кириллов Л.В. Многоканальные системы передачи: Учебник для ВУЗов. –Москва: «Радио и связь», 2003ж

9 Баклашов Н.И. Китаева Н.Ж. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.. Радио и связь. 1989

10 Гургенидзе А. Современные технологии беспроводных сетей Мобильные телекоммуникации. – Вып. 62. – № 4. – 2006

11 Голубицкая Е.А. Жигульская Г.М. Экономика связи.. Учебник для вузов. – М.. Радио и связь. 2000

12 Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. – М.: Высшая школа, 2006

13 Кощулько Л.П., Суляева Н.Г., Генбач А.А. Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. – Алма-Ата: АЭИ, 1989.

14 http://www.osp.ru/news/articles/2012/07/13012665/ -электронды ресурс

15 http://www.connect.ru/article.asp?id=9884–электронды ресурс

16 http://economy-lib.com/ - электронды ресурс

17 http://library.tuit.uz/ - электронды ресурс.

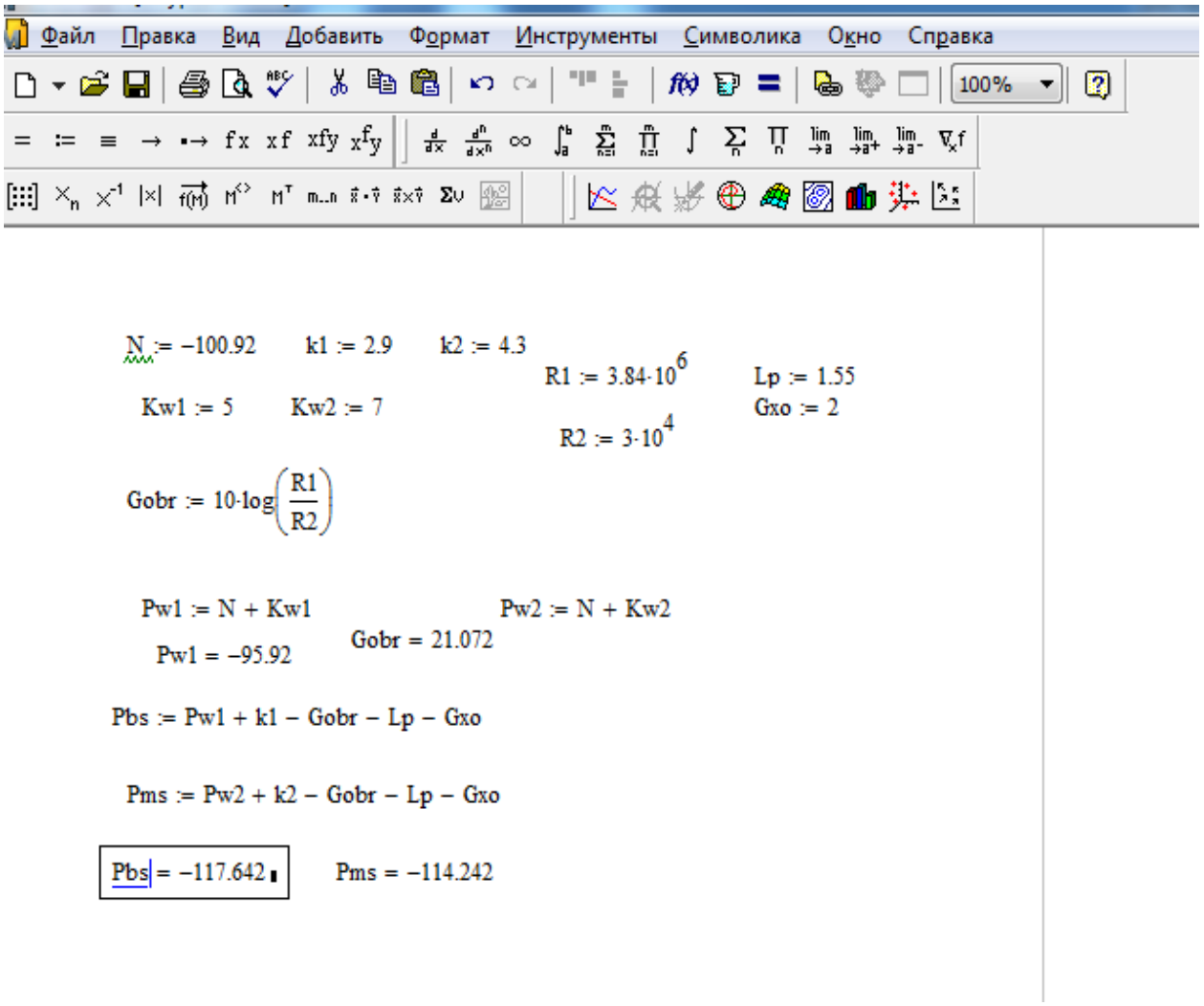
18 СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное освещение. – Астана: Комитет по делам строительства МИиТ РК, 2002.

19 Пожарная безопасность. Взрывоопасность. Справочник /Под ред. А.Н.Баратов – М.: Химия,1988.

20 http://www.rus-lib.ru/book/27/28/247-300.html

21 Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Алматы, 2006

22 СНиП РК 2.02-05-2002. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Астана: Комитет по делам строительства МЭиТ РК, 2003.

23 Оқу-әдістемелік және жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар – Алматы: АЭЖБУ, 2014

А қосымшасы
БС және МС қабылдағышының кірісіндегі қуатты Mathcad–бағдарламасында есептеу