ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
_____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: „Дабылдың түрлі таралу шарттары кезіндегі LTE технологиясының өткізгіштік қабілетін зерттеу"

5В071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша

Орындаған Кобей А.Д МТСк-12-01.
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Абишева Т.А. аға оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
Э.Ғ.К. профессор Б. Бозымов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
т.ғ.к, доц Викторова А.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «24» 05 2016 ж.
(қолы)

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

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Тамурканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :
_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

_____ факультеті

_____ мамандығы

Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Кобей Аңсерке Әділжанқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы „Дәстүрлі тұрмыс тарату шарттары кезіндегі LTE технологиясының өткізгіштік қабілетін зерттеу"
ректордың «08» 02.2016 ж №7 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

Таратқыш антеннаның күшейту коэффициенті (6 тар) G_L=18дБ; Мау-кедергілерге арналған қор. D_L=6,4дБ, G_L=2,8дБ. Қаланың шеттері сигналдың ғимаратқа ену қоры $L_{кеш}$=22 дБ Бір сектордағы жүктеме A=4 Эрл РРЖ пролетінің ұзындығы R_0=12км; Антенна-фидерлі трактының ПДК η=1,5 дБ; БС антеннасының биіктігі 1,5м; LTE-дегі дауыс өткізудің 10 Мбит/с;

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

1) 4G желісінің мүмкіндіктері мен артықшылықтары;
2) LTE технологиясына толықтай сипаттама;
3) Дәстүрлі өткізгіштігін анықтау;
4) Түрлі жағдайлар кезіндегі дәстүрлі тарату шарттары (Ж аймақ үшін)
5) Алматы қаласында LTE технологиясын қолданатын станцияны анықтау.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. 4G құрылымдық сұлбасы
2. LTE қолдану негізінде жаңа құрылым сұлбасы
3. мультиплекаушыланған ортогональді жиілік арналарының бөліну сұлбасы;
4. 4G (LTE) базалық станциясының қалыпты ауысу сұлбасы
5. Mobile backhaul ұялы желісінің сұлбасы;
6. 4G (LTE) желісінің архитектурасы
7. Ұялы дестелі ядроның архитектурасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Конышин С.В., Собдыкова Г.Г. Теоретические основы систем связи с подвижными объектами: Учебное пособие. - Алматы: АУЭС, 2002
2. Жакишжанов Т.Е. Сборник задач по охране труда и безопасности жизнедеятельности. - Алматы: Эверо, 2007
3. Дельгор А.Л., Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие, - С.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011 - 204с
4. Базылов Қ.Б., Жибаева С.А., Нұрмағамбетова С.С. Бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. - Алматы, 2009

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бозжанов К.Б.	29.04 - 30.05.16	
ЕТК	Абикенова	14.03 - 30.05.16	
Есептеу техн бөлім	Шугайып Ж	26.05.16	
	Абишева Т.А.	25.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Аналитикалық бөлім	10.02.16	
2.	LTE (4G) технологиясының байланыс архитектурасы	25.02.16	
3.	Құрылғыны таңдау және сипаттамасы	14.03.16	
4.	Есептеу кезеңі	5.04.16	
5.	Өрт қауіпсіздігі негіздері	20.04.16	
6.	Экономикалық бизнес жоспар	5.05.16	

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

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

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

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Кобей А. Д.
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жоба «Дабылдың түрлі таралу шарттары кезіндегі LTE технологиясының өткізгіштік қабілетін зерттеу» тақырыбына арналады. Жұмыстың мақсаты Қазақстанның және Алматы қаласы аймағындағы дабылдың түрлі жағдайларда таралуын LTE технологиясы арқылы зерттеу.

Аннотация

Эта дипломная работа посвящена теме: «Исследование пропускной способности технологии LTE в различных условиях распространения сигнала». Целью работы считается исследование распространения сигнала на территории Казахстана и города Алматы.

Annotation

This work is devoted to the theme: “Investigate the bandwidth of LTE technology on various conditions of signals propagation”. The aim of the study is considered to signal propagation on the territory of Kazakhstan and Almaty.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Техникалық бөлім 8
1.1 Байланыс желілерін талдау 8
1.2 Байланыс желісінің жүйе–техникалық синтезі 11
1.3 Байланыс желілерінің құрылымын әзірлеу 19
1.4 Байланыс желілерінің ақпараттық қамтамасыз етуі 22
1.5 Байланыс жүйелеріндегі монтаждау жұмыстарын ұйымдастыру 26
2 LTE 4G технологиясының негізгі параметрлерін есептеу 34
2.1 Байланыс алгоритмдерін есептеу 34
2.2 Байланыстың тұрақтылығын есептеу 43
2.3 Пайдалы дабылдың қуатын есептеу 47
3 Тіршілік қауіпсіздігі 48
3.1 Базалық станцияның сипаттамасы 48
3.2 Өнеркәсіптегі өндірістік санитария және еңбек гигиенасы 49
3.3 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар 51
3.4 Ауа алмасу 52
3.5 Өндірістік шулар және дірілдеулер 54
3.6 Найзағайдан қорғау 57
3.7 Ортақ электрқауіпсіздік шарттарын қамтамасыз ету 59
3.8 Электр қауіпсіздігі 62
4 Экономика 64
4.1 Түйін 64
4.2 Компания және сала 64
4.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу 65
4.4 Нарықтық өтімді талдау. Нарық қызметтерін зерттеу 65
4.5 Менеджмент 66
4.6 Маркетинг стратегиясы 66
4.7 Қаражат жоспары 66
4.8 Табысты есептеу 67
4.9 Пайдалану шығындары 70
4.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу 73
Қорытынды 75
Қысқартылған сөздер 76
Әдебиеттер тізімі 77
А Қосымшасы 79
Ә қосымшасы 80
Б қосымшасы 81

Кіріспе

4G – электр байланыс желісінің дамуы жайлы толығымен өзгертетін төңкерістік көзқарасты шешім болып табылады. Бұрын даму тек бір жолмен жүретін жеті желі - бір қызмет, дыбысты қызметте - бір желісі, ғаламторға айрық шалынған рұқсат үшін басқа желі, телевидения үшін – үшінші, ал желілік радио хабарлама үшін – төртінші тағы сол сияқты. 4G осы желілерінің бәрін өзіне жинақтайды, бір арнадан барлық қызметті бір уақытта алуға мүмкіндік береді – дыбыс, ақпарат тасымалдау және бейне хабар.

Сөйтіп, кейінгі заманның байланыс желісі (4G) – байланыс желілерін құру концепциясы, ол шексіз қызмет көрсету аясың қамтамасыз ету және оларды басқару, персонализациялау және де желілік шешімдерді унификациялау арқылы жаңа қызметтерді құру, ол өз тарабында бөлшектенген коммутациялы бірегей транспорттық желіні жүзеге асыруды болжау, қызмет көрсету функциясын соңғы желілік байланымға шығару және дәстүрлі байланыс желілерімен интеграциялау.

Мультисервисті желі құрудың бірнеше нұсқасы бар. Олардың бірі гомогенді инфрақұрылымды қарастырады - бұл бірігуге қарастырылмаған желі толығымен дестелі бөліктенетін және коммутацияланатын ЛЕЖ дестелі регионалды байланыс желісі немесе байланысқа негізделген желісі (ATM тәрізді). Осы айтылған архитектуралардың біреуі де жекеленген түрде мультисервисті желіні құруда тұтынушыларды қанағаттандыру мүмкіндіктері жоқ, бұл жергілікті есептеуіш және аймақты байланыс желілері үшін экономикалық және функционалдық талаптарын айырмашылығынан болып тұр. Кең аймаққа таралатын мультисервисті желінің ядросы болуы қажет – аймақтық байланыс желісі, периферияли жергілікті есептеуіш желілермен айналған.

LTE (Long Term Evolution) – мәліметтерді таратудың ұялы хаттамасы. LTE – бұл OFDM (тұтынушыға), SC – FDMA (тұтынушыдан) және MIMO технологияларына негізделген CDMA,UMTS жалғасы. Бұл технологияның ерекшелігі жиілікті (жұпты FDD) және уақытты (жұпсыз, TDD) арна бөлінуімен жұмыс істейді, ол опеарторда түрлі құрылғыны қолдануға мүмкін береді. WCDMA технологияға MIMO антенналы технологияны қолдану базалық станция арқылы 10 есе абоненттерге қызмет көрсетуді қамтамасы етеді.

Осы дипломдық жобамда толығымен LTE технологиясының қызмет көрсету жұмыстарына тоқталып кетемін.

1 Техникалық бөлім

1.1 Байланыс желілерін талдау

Төртінші ұрпақтың алдынғы ұрпақтарға қарағанда артықшылығы, 4G технологиясы толығымен дестелік мәліметтерді тарату хаттамасына негізделген, ал 3G өз негізіне дауыс трафигі мен десте мәліметтеріне негізделген. Телекоммуникацияның Халықаралық одағы 4G төртінші ұрпақ технологиясын сымсыз коммуникация деп анықтады, яғни қорек көзінің қозғалысы немесе қабылдағыштың 100 Мбит/с жағдайында екі ұялы құрылғылардың арасындағы мәліметтерді тарату жылдамдығы 1 Гбит/с дейн жетеді. 4G – ұялы байланыста қолданылатын технологияның ұрпағы. Оның көмегімен қолданушылар жоғары сапалы ұялы байланыс пен жоғары жылдамдықтағы мобильді ғаламторға қол жеткізіп, әрдайым байланыста болу мүмкіндігіне ие болады. 4G – ұялы байланыстың жоғары жылдамдықта мәліметтер таратады және байланыс сапасының жоғарлауын сипаттайды. Мәліметтерді қайта жіберу 4G төртінші ұрпақ негізінде IPv6 хаттамасы арқылы жүзеге асады (IP нұсқа 6). Бұл желінің жұмысын айтарлықтай оңайлатады, арине ол типіне байланысты болады. Қажетті жылдамдықты қамтамасыз ету үшін 40 және 60 GHz жиіліктері қолданылады.

2005 жылы NTT DoCoMo Жапондық компаниясы өздерінің жаңа сымсыз байланыс стандартымен жұмыс жасаудағы жетістіктерін хабарлаған, олар 4G желісінің сымсыз арнасында мәлімет тарату жылдамдығы 100 Мбит/сек таратудың ғылыми тәжірибесін жүргізген. Сондықтан, барлық салыстаруға қарамастан NTT DoCoMo компаниясы барлық қарсыластарын төрт жылдам кем емес уақытқа асып түседі. Тек ғана 2006 жылдың екінші жартысында лауазымды, халықаралық және қала аралық операторлар 4G жобалануына ресми қызметтестікті бастады.

Next Generation Mobile Network Cooperation (NGMNC) жұмыс тобы GSM және CDMA біріге отырып, әлемдегі барлық операторларды жинап алды, бұл олардың төртінші ұрпақтың ұялы байланысына деген талабын анықтады. Топтың негізгі мүшелері болып Sprint Nextel, T – Mobile, Vodafone, KPN және Orange, сонымен қатар оларға NTT DoCoMo және China Mobile қосылды. Бұл біріккен топ дестелік коммутация мәліметтерін толық масштабта жобалауды бастайды. Топтың технологиялық тапсырмаларының бірі болып барлық 3G – технологиясы, оған қоса UMTS мен EV – DO, 4G технологиясына жоспарлы ауысуы болып табылады.

Сонымен қатар Европа елінде төртінші ұрпақтың бірінші ұялы байланыс желісі іске қосылуға дайын. Өздерінің LTE (Long Term Evolution) жобаға қатысқандар туралы T – Mobile International, Orange және Vodafone Group еуропадағы лауазымды операторлары хабарлады, сонымен қатар Alcatel – Lucent, Nokia Siemens Networks, Nortel Networks және Ericsson ұялы құрылғыларды шығаратын компаниялар хабарлады. Қазіргі таңда АҚШ – та Nextel ұялы байланыс операторы үшінші ұрпақтан, төртінші ұрпақ пайдасына бас тартуыд қарастыруда. 4G тексерісі оның

«Американың оңтүстік қалаларын 150 базалық станциямен қамтиды», – Nextel хабарлады, тестілеу аумағын кеңейтеді. Ал Испандық Telefonica компаниясы үшінші ұрпақ технологиясынан толығымен бас тартуды емес, олар тек қолдану маштабын шектеуде, яғни келесі ұрпаққа секіріс үшін топтауда.

Анализ көрсеткендей, көптеген абоненттер – соның ішінде коммерциялық банктер мен фирмалар, жекеменшік мекемелер, шетелдік компанияларының офистері өзінің жұмысында телефондық сөйлесуден бөлек факсті жіберу мен алу, мәліметтер жіберу, корпоративті желілерге алыстан қызмет көрсету және т.с.с. қызметтерді қолданатынын көреміз. Сонымен қатар, бұл абоненттер категориясы мультисервисті 4G желісін инвестициялауға дайын және жетілдіруге қызығушылық танытуда. Internet секілді ақпаратты глобалды желілердің пайда болуы ақпараттың үлкен ағындарын таратуды талап етеді, ал бұл тек қана тиісті анықтылық пен мәліметтер жіберу жылдамдығы жоғары болған кезде ғана болуы мүмкін.

4G – бұл коммутацияланған дестелер желісі, ол (QOS) қызмет көрсету сапасын ұстанатын телекоммуникациялық қызметтерді кеңжолақты транспорттық технологиялар арқылы жүзеге асырады, қызмет көрсету сапасы да қамтамасыз ететін функционалды қолданатын транспорттық технологиясына байланысты емес [1].

4G – Gigabit Ethernet (GE) және MPLS (Multiprotocol Label Switching) технологиялары бойынша құрылады және 10Гбит/с жылдамдығына дейін қосылу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.Жаңа заман желісі арқылы клиентке дәстүрлі болып кеткен дыбыстық телефониядан бастап толыққанды бейне конференция байланысына дейін қызмет көрсетудің толық спектрін ұсынуға болады. Осымен қоса, клиент жоғарғы сапалы дәстүрлі байланыс қызметінен басқа көптеген артықшылыққа ие болады, олардың ішінде байланысқа кеткен шығынмен қызмет көрсетуді минимизациялау, бұл біріңғай бірегей мультисервисті ортаны құру арқылы қол жеткізіледі, ИТ- инфрақұрылымын басқару шығынын минимизациялау, масштабты корпоративті желі құру мүмкіндігін, өз желісі мен оны ресурстармен қамтамасыз ететін оператор желісін орынды басқару, көрсеткен қызметтерді басқару үшін біріңғай вебинтерфейсті ұйымдастыру мүмкіндігі.

4G жаңа заманының желісінің дәстүрлі телефониядан басты артықшылығы, байланыстың кең қызметінен басқа, ақпараттың үлкен жылдамдықпен берілуі, мобилділігі (мекен жайына қарамастан қолданушының ақпаратқа қол жеткізе алуы), индивидуалдылығы (қызметтер уақытта керек мөлшерде және контент форматында рұқсат етіледі), қол жетімділік (тиімді баға қолданылатын құрылғы типін таңдауда тиімді үйлеседі, 4G желісі әр түрлі байланыс желісін біріктіруге мүмкіндік береді.

4G желісі үшін ерекшеліктер тән, бұл оны телекоммуникационды жүйенің жаңа класына бөлшектейді [2]:

Ақпараттың барлық түрімен алмасу үшін коммуникациямен тасымалдаудың дестелі технологиясын қолдану;

– функционалды бағытталған телефонды станциялардан айырмашылығы бар архетиктурасы бағытталған коммутация жүйесін қолдану;

– кең жолақты рұқсаттың мүмкіншілігін қамтамасыз ету және Triple-play services трафик түріне мультисервистік қызмет көрсету;

– WEB технологиялар арқылы эксплуатациялық басқарудың функциясын жүзеге асыру.

4G арқылы ақпаратты десте түрінде тасымалдау IP (Internet Protocol) хаттамаларға негізделген. Бірақ 4G құрылым идеологиясы ғаламтор желісі құрылған қағидалардан айтарлықтай айырмашылықтарға ие. Біріншіден, алдына ала берілген қызмет көрсетуді (QoS-quality of service) бөліп алу керек. Бұл көрсеткіштер IP желісі арқылы сапалы телефонды байланысты қамтамасыз ету үшін анықтала бастады. VoIP (Voice over IP) қызметі IP телефония атымен бізге белгілі.

4G – электр байланыс желісінің дамуы жайлы толығымен өзгертетін төңкерістік көзқарасты шешім болып табылады. Бұрын даму тек бір жолмен жүретін жеті желі - бір қызмет, дыбысты қызметте - бір желісі, ғаламторға айрық шалынған рұқсат үшін басқа желі, телевидения үшін – үшінші, ал желілік радио хабарлама үшін – төртінші тағы сол сияқты. 4G осы желілерінің бәрін өзіне жинақтайды, бір арнадан барлық қызметті бір уақытта алуға мүмкіндік береді – дыбыс, ақпарат тасымалдау және бейне хабар.

Сөйтіп, кейінгі заманның байланыс желісі (4G) – байланыс желілерін құру концепциясы, ол шексіз қызмет көрсету аясың қамтамасыз ету және оларды басқару, персонализациялау және де желілік шешімдерді унификациялау арқылы жаңа қызметтерді құру, ол өз тарабында бөлшектенген коммутациялы бірегей транспорттық желіні жүзеге асыруды болжау, қызмет көрсету функциясын соңғы желілік байланымға шығару және дәстүрлі байланыс желілерімен интеграциялау.

Мультисервисті желі құрудың бірнеше нұсқасы бар. Олардың бірі гомогенді инфрақұрылымды қарастырады - бұл бірігуге қарастырылмаған желі толығымен дестелі бөліктенетін және коммутацияланатын ЛЕЖ дестелі регионалды байланыс желісі немесе байланысқа негізделген желісі (ATM тәрізді). Осы айтылған архитектуралардың біреуі де жекеленген түрде мультисервисті желіні құруда тұтынушыларды қанағаттандыру мүмкіндіктері жоқ, бұл жергілікті есептеуіш және аймақты байланыс желілері үшін экономикалық және функционалдық талаптарын айырмашылығынан болып тұр. Кең аймаққа таралатын мультисервисті желінің ядросы болуы қажет – аймақтық байланыс желісі, перифериялі жергілікті есептеуіш желілермен айналған.

Қолданыстағы желі интеграциялы тасымалмен, қосылуымен (бірігумен), маршрутизациялаумен және қызметпен сипатталады. Әр түрлі қызмет көрсету үшін (телефонды байланыс, бейне, ақпарат тасымалдау), әр түрлі желілер арналған. Алғашқы желілерге қарағанда, қазіргі заман желілері (4G) әр түрлі деңгейде ашық архетиктурасымен және көлденең өзара байланысымен сипатталады.

4G–нің жалпы инфрақұрылымы, әр түрлі қызмет көрсету үшін қолданылатын дестелі технологияға негізделген транспортық деңгейде жүзеге асады.

Бастапқы нүктемен белгіленген нүкте арасындағы ақпарат айнымалы бір қағида бойынша жүзеге асады, байланыс түрінен тәуелсіз түрде (телефонды шақыру, ғаламторда жұмыс істеу сеансы, бейне тасымалдау, бірнеше ойыншылармен желідегі ойын немесе фильмнің трансляциясы).

Қолданбалы деңгей логикалық және физикалық траспортты деңгейден бөлінген, бұл әр түрлі желі сегменттерін бір бірінен тәуелсіз дамытуға мүмкіндік береді. Әр түрлі қызметтер үшін (телефонды байланыс, электронды коммерция, сұраныс бойынша видео тасымалдау және тағы басқа) әр түрлі серверлер жауап береді, олар транспорттық деңгейден бөлінген. Жаңа қызметті енгізу үшін бар болғаны, траспорттық деңгейде желінің барлық тұтынушыларына тиімді болатын жаңа серверді енгізу.

Тұтынушыларды 4G–ге енгізу әр түрлі технологиялар негізінде құрылған инерфейс арқылы жүзеге асады. 4G желісіне қосылу кең жолақты интерфейс арқылы тиімдірек болуына қарамастан, барлық тұтынушыларға қолданылған құрылысынан тәуелсіз, әмбебап рұқсат беріледі.

4G желісінің негізгі ерекшеліктері мен артықшылықтары [2]:

– 4G желісі пайданың жаңа көзі болып табылатын, ерекше қызметтер көрсетуге мүмкіндік береді;

– қызметтер пакетін ұсыну мүмкіндігі;

– шығынның төмендеуі;

– стандартты ашық интерфейстер;

– жаңа қызметтерді енгізу мүмкіндігі;

– желіге қызмет көрсету мен монтаж жеңілдігі;

– жоғарғы масштабталуы;

– әр түрлі өндірушілердің құрылғыларын қолдану;

– қолданудың арзандығы, бұл желілік ресурсты тиімді пайдалану;

– толық байланыстылық.

1.2 Байланыс желісінің жүйе–техникалық синтезі

Мәліметтерді үлкен көлемде тарату мүмкіндігін беріп отырған 4G технологиясының тобы, қазіргі уақытта ұялы контенттегі жабдықтаушылар өздерінің бизнестерін кеңейтуі жоспарлап отыр. Бүгінгі таңда нарықта негізгі өнім болып әуен мен жеңіл ойындар табылса, онда төртінші ұрпақтың пайда болуы ұялы телеарналарды video–on–demand (VOD – «тапсырыс бойынша бейне көрініс»), едәуір астам көкейкесті қылады. Аналитиктердің болжамы бойынша ТВ ұялы сервисі, ұялы аппаратқа ойын мен әуенге қарағанда әлуетті пайда келеді деп есептейді.

IP желілердегі ұтқырлықты басқару хаттамалары екі түрге бөлінеді:

- хосттар базасында ұтқырлықты басқару хаттамалары (Host Based Mobility – HBM);

- желілер базасында ұтқырлықты басқару хаттамалары (Network Based

Mobility – NBM).

HBM түріндегі ұтқырлықты басқару хаттамасы тікелей ұтқыр терминалмен жүзеге асырылған. NBM түріндегі хаттамалары ұтқырлықты қолдау тапсырмаларын орындаудан ұтқырлы терминалды жоғары түрде жүктеу және келесі мақсатттар үшін арналған [3]:

- ұтқыр терминалдар қабылдау/жіберу дабылды хабарламаларды бірталай қысқарту есебінен желілік ресурстарды қолдану тиімділікті көтереді (мысалы, locationupdate типті абоненттік тұрған орыны туралы мәліметті жаңарту хабарламалары), сондай–ақ желілік элементтер және ұтқыр терминалдар арасындағы тікелей туннельдің болмауы:
- ұтқыр терминалдар жұмысының өндірімділігі және энергияның үнемділігі;
- ұтқырлықты басқару хаттамаларының стектері есебінен ұтқыр терминалды ықшамдау.

HBM түріндегі хаттамалардың мысалы MIPv4 (MobileI Pversion 4) және DSMIPv6 (Dual – Stack MobileI Pversion 6), NBM түріндегі хаттамалардың мысалы PMIPv6 (Proxy MobileI Pversion 6) болып табылады.

Ұтқырлықты қамтамасыз ету бойынша MIPv4 хаттамаларының функционалды мүмкіндіктері IPv4 (RFC3344 спецификациялы) хаттамаларының мүмкіндігінен кеңірек.

Осы спецификацияға сәйкес ұтқыр терминал әрқашан өзінің қатынау желілерінен тәуелсіз үйдегі IP адрестермен бірегейлендіріледі, дегенмен шақырушы желілерін ол басқа IP – адрестен CoA (Care – of – Adress) алады.

IP – адрестерді тағайындау DHCP (DynamicHostConfigurationProtocol) динамикалық конфигурациялау хаттамаларына сәйкес орындалады.

Архетиктурасына байланысты 4G желісі 4 деңгейге бөлуге болады [3]:

– Рұқсат деңгейі;
– Транспорттық деңгей;
– Коммутацияны басқару және мәлімет беру деңгейі;
– Қызмет және қызметтерді басқару деңгейі.

Рұқсат деңгейі тұтынушыларға желі ресурстарына рұқсатты қамтамасыз етеді.

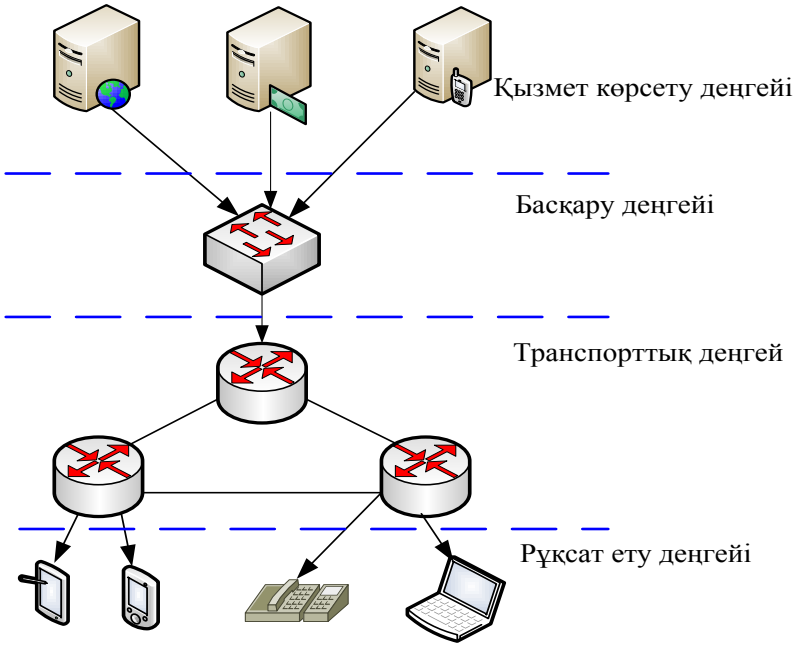
Транспорттық деңгейдің міндеті: коммутация және тұтынушылардың мәліметтерін кіршіксіз берілуін қамтамасыз ету.

Коммутацияны басқару және мәлімет беру деңгейінің басты міндеті: дабылдың мәліметтерін өңдеу, шақыруларды маршруттау және ағымдарды басқару болып табылады.

Қызмет және қызметтерді басқару деңгейі қызметтердің логикасын басқаруды қамтамасыз етеді және келесі қызметтерді атқарады:

– инфокоммуникациялық қызметтерді көрсету;
– қызметтерді басқару;
– жаңа қызметтерді құрастыру және енгізу;
– әр түрлі қызметтердің бірге істеуі.

4G технологиясының ерекшелігі болып, транспорттық және коммутацияны басқару деңгейлерінің арасындағы ашық интерфейстер. Бұл ерекшелікті классикалық АТС құрылғысында қарастыратын болса, ол станцияның құрылғысын функционалды блоктарға бөліп тастағанмен бірдей. Бұл жағдайда бір блок дабылды өңдеуді , шақыруларды маршруттауды, статистикалық мәліметтерді жинауды іске асырса, ал келесі блок (немесе блоктар тобы) тасымалдаушы арнадың коммутациясын қамтамасыз етеді. Блоктар арасындағы байланыс стандартталған хаттамалар арқылы жүзеге асады. Желі архитектурасы 1.1 суретте көрсетілген.



1.1 Сурет – 4G желісінің архитектурасы

Бұл суреттен дестелерді тасымалдау және маршруттау, сондай-ақ транспорттық инфраструктураның негізгі элементтері (арналар, маршрутизаторлар, қосқыштар, шлюздер) физикалық және логикалық тұрғыдан шақыруды басқару және қызметтерге рұқсат беретін қондырғылар мен құрылғылардан тәуелсіз, бұл 4G архетиктурасының басты ерекшелігі екенін байқауға болады. Келесі ұрпақ желісі бір платформаны қолдап, ұялы байланыс пен қалыптасқан байланыс үшін ортақ ядроға ие болады. Ағында абонент ортақ қызмет жиынына ие болады: СТОП-қа да, IP телефонияға да ұялы желі үшін де. Олардың біреуі – бір оператордан басқасына ауысқанда нөмірдің сақталуы болып табылады [4].

Рұқсат ету деңгейін ұйымдастыру үшін әр түрлі тарату орталары қолданылуы мүмкін. Мысалы мыс жұбы, коаксальды сым, ТОК, радиоарна, жерсеріктік арна немесе кез келген комбинация.

Шекаралық рұқсат деңгейінде абоненттерді желіге қосу, шығыс мәліметтің форматын берілген желіде қолданылатын форматқа түрлендіру арқылы жүзеге асады. Олар келесі түрлендірулер мен құрылғылар [5]:

– интегралды рұқсат құрылғысы (IAD). Бұл 4G архитектурасында қолданылатын абоненттік рұқсат құрылғысы. Бұл қондырғы көмегімен келесі қызметтерді жүзеге асыруға болады: мәліметтерді тасымалдау, сөздік байланыс, бейне мәліметтер және де тағы басқа дестеті қызметтер. Әр қондырғыда (IAD) 48 абоненттік порт қарастырылған;

– рұқсаттың медиа шлюзі (AMG): оның көмегімен абонентке аналогтық абоненттік рұқсат, интеграцияланған қызметті ISDN бар цифрлік желі V5 рұқсаты және цифрлық абоненттік рұқсат сияқты қызметтер көрсетуге мүмкіндік туады;

– дабыл медиа шлюзі: ОКС7 дабыл жүйесі мен ғаламтор хаттама желісінің (IP) желі интерфейс деңгейінде орналасқан; IP желісімен коммутацияланған жалпы қолданбалы желілер арасындағы дабылды түрлендіруді қамтамасыз етеді;

– жалғаушы жолақ медиа шлюзы (TMG): арнадарды коммутация желісімен дестеті коммутациялы IP желілерінің арасында орналасқан. Мәліметтер ағымын тасымалдау ортасы мен ИКМ ағымының арасындағы түрлендірудің форматын қамтамасыз етеді;

– әмбебап медиа шлюз UMG: TMG, орнатылған SG немесе AMG режимдеріндерінде дабылдарды түрлендіруді және тарату ортасының ағым форматын түрлендіруді жүзеге асырады. Әр түрлі қондырғыларды қосуды жүзеге асырады; Мысалы: PSTN телефонды станциясы, мекемелік телефондық станциясы МТС (PBX), рұқсат желісі, рұқсат желісінің сервері (NAS) және базалық станцияларының контроллері.

4G желісінің транспорттық деңгейі мәліметті тасымалдаудың дестелі технологиялар негізінде құрылған. ATM мен IP негізгі қолданылатын технологиялар болып табылады.

Шарт бойынша мультисервисті желінің транспорттық деңгей негізін қолданыстағы ATM және IP желілері құрайды. Басқаша айтқанда 4G желісі қолданыстағы транспорттық десте желісіне қойылу арқылы пайда болады.

Егерде ATM/IP қосқышында сырттан басқарылатын коммутация функциясы жүзеге асырылса, онда H.248/MGCP (IP үшін) хаттаманың іске асырылуымен бірге, иілгіш қосқыш жағынан да басқару функциясы болуы керек.

Транспорттық желі арналардың коммутациясынан дестелер коммутациясына өткен кездегі біріншілік желінің дамуы болып табылады. Ол тұтынушылар мен қосымшалардың бірігуінің құралы.

Орны бойынша жайылатын қосылу желілеріне қарағанда, транспорттық желі оператордың даму стратегиясына сәйкес жоспарланып құрылады.

Қосылу желілері 4G қолдаушыларынан трафик жинайды және транспорттық желі арқылы бір-бірімен өзара әрекеттеседі. Бұл модельден біз транспорттық желінің аумағында техникалық шешімнің бағалауын анықтайтын ең маңызды қорытындыны шығарамыз. Транспорттық желінің басты тапсырмасы 4G деректерінің трафиктеріне қызмет көрсету болып табылады.

Коммутацияны басқару деңгейінде десте коммутациясы орындалады және бұл деңгейде маршрутизатор және магистралді желі мен транспорттық желісінде (MAN) үлестірілген үшінші деңгейлі IP-коммутаторы қолданылады. Бұл деңгейде абоненттерге бірыңғай және жоғары сенімділікпен, жоғары қызмет көрсету сапасымен және үлкен өткізу мүмкіндігі бар интегралды өткізу платформасымен жүзеге асырылады.

Тарату және коммутацияны басқару деңгейінің мақсаты 4G фрагментінде байланыс құруды басқару болып табылады.

Байланыс құру функциясы иілгіш қосқыштың құрылғыларының сырттан басқарылуы арқылы транспорттық желінің элементтерінің деңгейінде жүзеге асырылады. MGC функциясы бар АТС бұл жүйеге кірмейді, олар транспорттық желідегі элемент деңгейінде коммутацияны өздері орындайды.

Желіде бірнеше иілгіш қосқыш қолданғанда, олар түйін аралық хаттамалар арқылы байланысады (әдетте SIP-T) және байланыстың жүзеге асуының бірігіп басқарылуын қамтамасыз етеді.

Желіге иілгіш қосқыш қойған жағдайда коммутациялық басқару деңгейінің функционалды элементтерінің арасында дабыл алмасу жүзеге асады. Бұндай элементтерге шлюздер, мультисервисті желінің терминалды құрылғылары (кірудің интегралданған құрылғылары (IAD, SIP және H.323 терминалы), басқа иілгіш қосқыштың құрылғылары және транспорттық шлюздің контролерінің функциясы бар АТС жатады.

Дестелі желінің терминалды құрылғысы SIP және H.323 хаттамаларды қолдану арқылы иілгіш қосқыш құрылғысымен әрекеттеседі. Қолданушы ақпарат терминалды құрылғыдан дестелі желіге кіретін түйіндердің деңгейіне түседі де, иілгіш қосқыштың басқарылуымен маршрутталады.

Барлық ақпарат мультисервистік желінің жұмысының статистикасымен байланысты, бағыт бойынша және қолданушы үшін бағасын есептегенде, АСР және ТОжЭ сәйкес жүйелерінің бағытында тарату үшін иілгіш қосқыштың деңгейінде жиналады және өңделеді [6].

Қызметтерді басқару деңгейінде негізінен қосымша қызметтерді ұсыну іске асырылады, сонымен қатар орнатылған байланыстардың жұмысын қолдау. Қызмет басқару деңгейі логикалық басқару функцияларынан және қосымшалардан тұрады, сонымен қатар ол есептеуіш үлестіргіш ортада құралады, ол келесілерді қарастырады:

- инфокоммуникациялық қызмет көрсету;
- қызметтермен басқару;
- жаңа қызметтердің құру мен енгізу;
- әр түрлі қызметтердің өзара қарым - қатынасы.

Осы деңгей қызмет спецификасын орындауға мүмкіндік береді және транспорттық желінің типіне байланыссыз (IP, ATM, FR және т.с.с.) сол қолданылған бірдей қызметтік логикалық программаны қолдануға болады. Желінің типіне және шегерілу әдістеріне тәуелсіз. Осы деңгейдің қатысуымен желіге басқа да жаңа қызметтер, яғни басқа деңгейлердің функционалдауынсыз қызмет етуге мүмкіндік жасайды. Қызметтер басқару

деңгейінің құрамына әртүрлі технологияларға негізделген, өзінің абонентері бар және ішкі адресация жүйесі бар көптеген тәуелсіз жүйелер кіреді. Қазіргі таңда 4G-ге салым жинау үшін операторлардың абонентерге деген қызық, ыңғайлы, әртүрлі және қосымша ұсыныстар қызметтерімен қызықтырып, өздеріне пайда келтірерліктей және қолданушыларға қосымша ыңғайлылықтарды қамтамсыз етуі керек. Яғни, ол дауысты қызметтермен қатар, мультимедиалық және мобильдік коммерция, қызуғышылықтар кеңінен дами түседі.

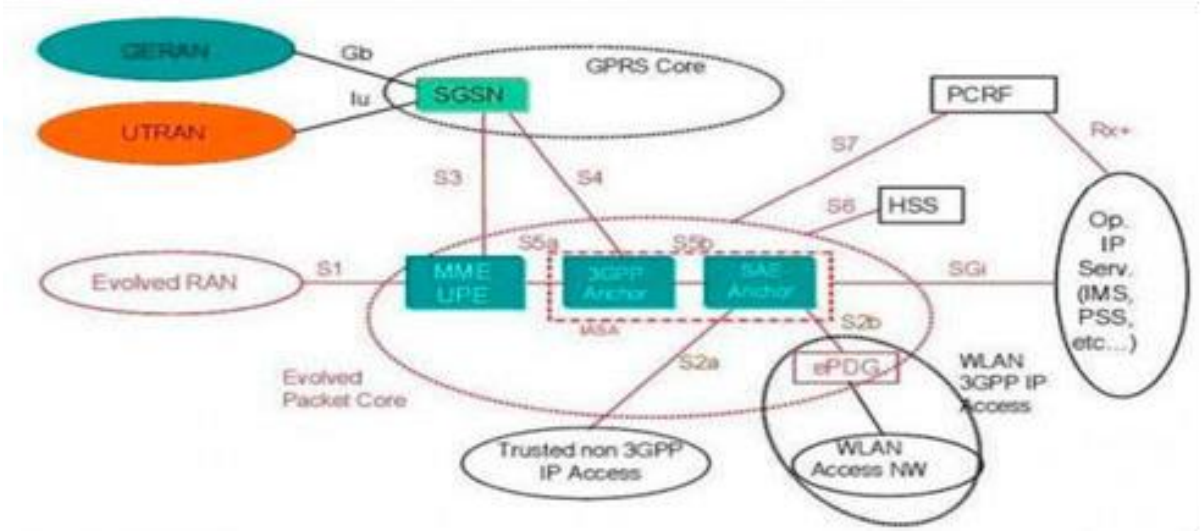
Классикалық байланыс желісі мен мультисервистік желіде кеңінен қолданысқа ие болған негізгі қызмет қолданушылар желісінің арасындағы ақпаратты беру болып табылады.

Транспортық желі деңгейінде дестелік технологияны қорғау түрлі байланыс түрлері үшін ақпаратты жеткізудің бірдей алгоритмдермен таратуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Ақпаратты жеткізу қызметінен басқа мультисервистік желілерде қызмет көрсетудің көптеген түрлерін қамтамасыз ету мүмкіндігі іске асырылады. Мультимедиа терминалдарын (SIP, H.323-TE) қолданушылар үшін түрлі мультимедиялық қызметтер көрсетілуі мүмкін [7].

Дестелік технологияны қолдану пайдаланушы қолданатын қол жеткізушілікке байланыссыз бірлесіп көптеген қызмет түрлерін көрсетуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

4G (LTE) желісінің құрылымдық сұлбасы төмендегіше көрінеді:

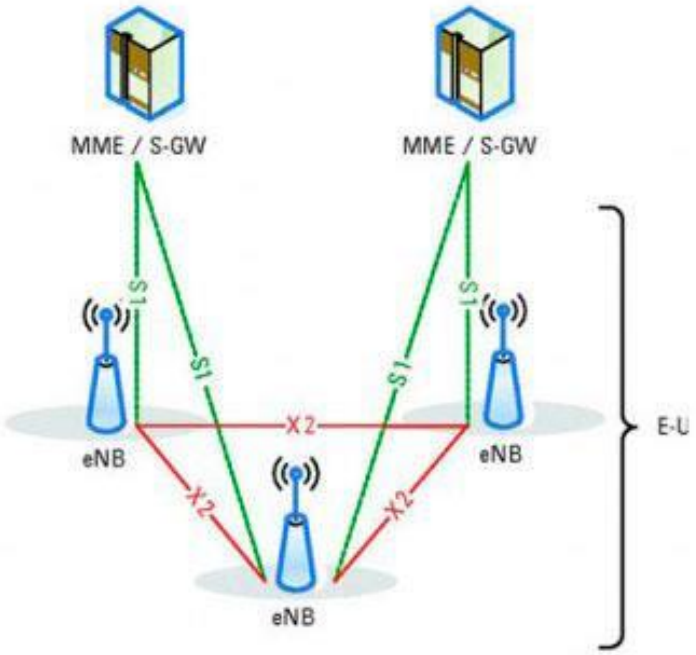


1.2 Сурет – 4G құрылымдық сұлбасы

Осы сұлбада көріп отырғанымыздай, LTE желісі өзіне 2,75G (EDGE) және 3G (UMTS) желілік модулін қосады.

Мысалы ретінде осы құрылымға байланысты LTE желісінде қоңырау немесе ғаламтор – сессиялары 3G (UMTS) және 2G (GSM)желілеріне қосылудың үзілісісіз берілуі мүмкін. Одан басқа LTE желісі WI – FI және ғаламтор желісімен интегралданады.

Жүйенің радио қол жетімділігіне толық тоқтала кетейік. Радио қол жетімділік RAN – RadioAccessNetwork желісінің құрылымында UTRAN UMTS және eUTRAN аналогты желісі көрінеді, бірақ бір қосымшаға ие таратып қабылдаушы антеннаның базалық станциясы X2 хаттамасымен өзара байланысқан, бұл оларды Mesh Network ұялы желісіне біріктіріп, оларға базалық станцияларға RNC – Radio Network Controller контролердің қатысусыз мәлімет алмасуға мүмкіндік береді. Соған орай базалық станцияның ұялы құрылғының басқару жүйесімен MME–Mobility Management Entity және сервисті шлюз S – GW – Serving Gateway арасындағы өзара қатынас «көппен көптің» жолы арқылы орнайды, бұл аз кедергілі жоғары жылдамдыққа ие бола алады [8].



1.3 Сурет – MME – MobilityManagementEntity және сервисті шлюз S– GW – ServingGateway арасындағы өзара қатынас

Қазақстанда алғаш рет LTE мүмкіндігі 2010 жылы тексерілді.Алғаш рет 2010 жылы сәуір айында LTE желісін Beeline («ВымпелКом» компаниясының құрамына кіреді) сынақтан өткізді. Сынақтың нәтижесі бойынша Алматының қала орталығында желі мәліметтерді 60Мб/сек жылдамдықта таратуын ұйымдастырды, абонет бағытына қарай және абонентке дейн 15Мб/сек. Соның артынан 2010 жылдың маусым айында сынақты Астана қаласында Kcell (TeliaSonera холдингінің құрамына кіреді) жүргізді. Бірақ бүгінгі таңда жоғарыда аталған операторлардың еш бірі LTE жиілікгімен оны коммерциялық бастауына лицензия алмады. Қазір тек ғана АҚ «Қазақтелеком» еліміздің территориясында LTE жобалаудың уақытша рұқсат бар. Соңғы жылдарда LTE технологиясын сынақтан өткізу және пилотты жобаны жасау әлемдегі көптеген елдерінде жасалынуда,жауабын бекіту технологияны енгізу желіні коммерциялық пайдалану. Мысалы

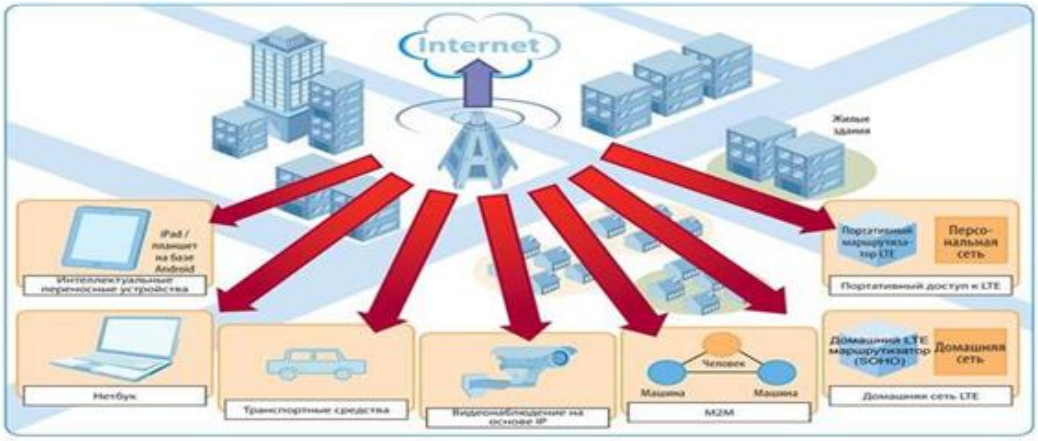
ретінде, ұялы құрылығынң Ғаламдық Жабықтаушы Ассоцациясы 2012 жылының қыркүйегінде LTE желісі коммерциялық пайдалауда 46 елді мекенде 96 операторын іске қосты.

Екі технологияның бірлесуі ұялы байланыс операторларына бар 3G желінің жұмысын қамтамасыз етеді, соған байланысты салынған қаржыны қайтарып, паралельді LTE технологиясын енгізуде, оны төлеуге шамасы бар абоненттерге ұсынуға тиімді. Осындай әдіспен Telia (Telia – Sonera) Швециияда, Verizon в АҚШта, және VivaCell – MTS Арменияда қолданады. Бұл елдің операторлары LTE желісінде де, 3G желісінің де құрылығысында жұмыс істейтін SIM – карта шығаруда. Өзінің негізінде ол ұялы абонентке LTE аймағында орын ауыстыруына мүмкіндігі бар, аймақтан тыс кеткенде 3G – сервисі мен Online болып қалады, тек төменгі қол жетімді жылдамдықпен. Бұл абонентке өте тиімді, өйткені SIM – картаны ауысытырып, басқа операторға қосылудың қажеті жоқ.

Дабылды қабылдау мен таратудың сапасы көбіне орналасқан бөлменің ішіне және базалық станцияға беттелген терезесіне қатысты. Аз қабатты құрылыс орындары қабылдау қиынға соққандықтан WiMAX – жобалау кезінде көше модемдер берілген. Олар негізінен екі блоктан тұрады : барлық ауа райлы көшелі, қуатты антенадан тұратын және бөлмелі, көшедегі сымдармен байланысқан. Көше антеннасының блоктары дөңгекке енгізілуі мүмкін, сосын базалық станцияға бағытталады,ал бөлмелі блок, өз негізіне маршрутизатор, Ethernet қосқыш пен қолжетімді Wi – Fi бар блок ғимараттың қай жерінде болса да орналасады.

Жоғарыда аталған LTE/3G USB – модемы адаптивті үйдегі Wi – Fi маршрутизаторалар мен USB портты құрылғыларға уақытта жоғары дәреже қосылады. Бұл баға жағынан да қол жетімді (маршрутизатор мен модемның біріккен бағасы LTE–құрылғысынан айтарлықтай арзан) және әмбебап. LTE/3G –модемдеріне аса жоғары қолдау көрсететін маршрутизатор болып D–Link DIR–300, DIR–620 және ZyXEL , Keenetic сериясынан. USB–модемдеріне қолдау көрсететін тізімдер уақыт өте жаңартылып отырады. Қазақстан операторларының қандай шешімге келетіні әлі белгісіз [9].

Long Term Evolution (LTE) – жоғары жылдамдықты ұялы байланыстың жаңа стандарты. 3G кезеңінен кейінгі,жоғары жылдамдықты қамтамасыз ететін технологиясы LTE. LTE қабылдау жылдамдығы 326,4 Мбит/с жетеді, ал мәліметті тарату 172,8 Мбит/с тең.



1.4 Сурет – LTE қолдану негізіндегі жаңа құрылымы

LTE базалық станциясының радиусы пайдаланылатын жиілікпен, дауыс қуаты және әр жағдайдағы радио жағдайын байланысты арқылы анықталады. Ереже бойынша бұл көрсеткіш 5 километрді құрайды, бірақ қажетті деңгейге дейін көтеретін антенна мен дабыл қуаты 30 және 100 километрді құрайды.

Ұялы байланыстың GSM стандарты өзінің құрылымы бойынща ұялы ғаламторға арналмаған. Соған байланысты қазіргі таңдағы ұялы байланыс операторлары тұтынушылардың қажеттілігін қамтамасыз ету үшін 3G (UMTS), ал енді 4G желісін модернизациялау үшін көптеген қаржы жұмсауда. Ұялы компанияның айтылған салымы біздің қалтамыздан қайтарылады, бірақ олардың да жұмысы оңай емес.

LTE терминінің өзі Long Term Evolution деп шифрленеді және орыс тілінен аударғанда «ұзақ мерзімді эволюция». Көп уақыт аралығында WiMAX стандарт 4G байланыс орнына үміттенді, бірақ сонғы уақытта артқа шегіндірілді [10].

3G ұрпағынан кейінгі ұялы байланыс LTE технологиясы IP – технология базасының негізінде жұмыс атқарады. LTE технологиясының негізгі артықшылығы жоғары жылдамдықта мәлімет тарату. Төртінші ұрпақтың аталмыш стандарттын 3GPP Халық аралық әріптестік біріктіру жасап шығарып, оны тағайындады.

1.3 Байланыс желілерінің құрылымын әзірлеу

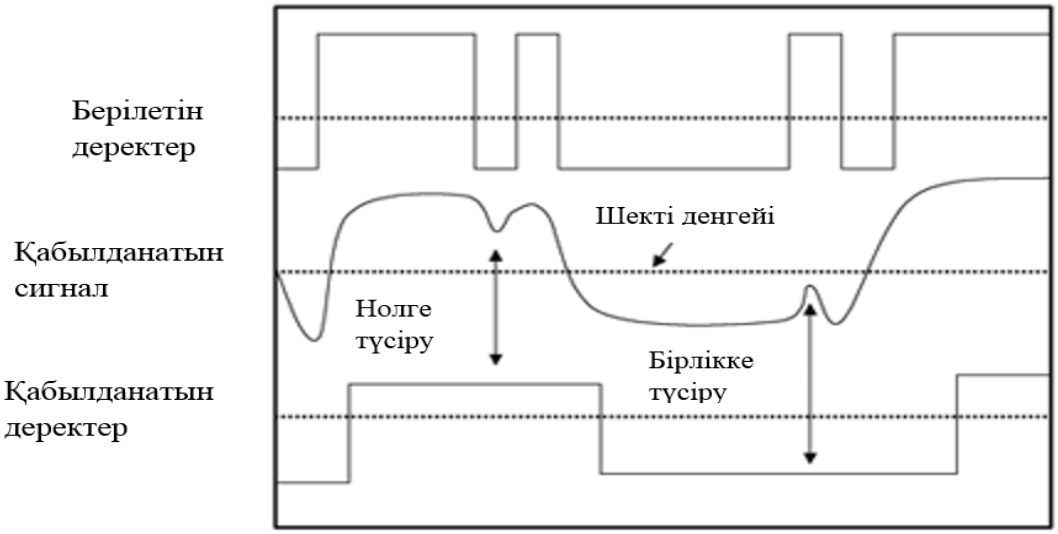
Ақпараттық кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау бойынша байланыс желілерінің құрылымын әзірлеу мақсаты қойылған.

Міндеті ақпараттық кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау бойынша озық технологияларды пайдалану арқасында оңтайлы құрылымын таңдауды негіздеу болып табылады.

Үшінші ұрпақ негізідегідей LTE басты негізі деп кодтау технологиясы мен мәліметтер таратуды OFDM – MIMO деп айтуға болады.

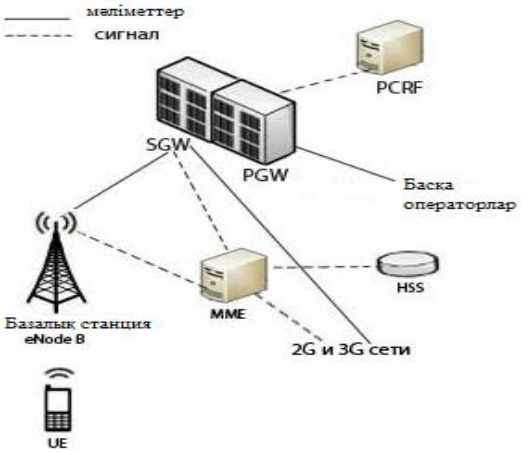
OFDM – келесідей шифрланады Orthogonal Frequency – division

Multiplexing, орыс тілінен аударатын болсақ, мультипликацияланған ортогональді жиілік арналарының бөлінуі. Бұл бір біріне жақын аралықта орналасқан көп мөлшердегі ортоганальді тасушыға пайдаланылатын цифрлық модуляция сұлбасы. Барлық тасушы стандартты модуляция сұлбасымен модуляцияланады, мысалы квадратты амплитудалық модуляция сияқты. Шыныдығында OFDM дабыл Фурьенің «тез өзгеру» қолданғаннан генерирленеді.



1.5 Сурет – Мультипликацияланған ортогональді жиілік арналарының бөлінуі

Бұл технология базалық станциядан таралаған дабылдың ұялы телефонға дейінгі бағытын көрсетеді. Ұялы телефоннан базалық станцияға дейінгі кері жолы үшін OFDM жүйесінен бас тартып, SC – FDMA атты басқа технологиямен жасап көрді. Шифрлау кезінде Single – carrier FDMA деп оқылады да, аудармасы бір тасушыға мультилексерлеу [11, 185 б.].



1.6 Сурет – 4G (LTE) базалық станцияның қамту аумағы

Ортогональді тасуыларының көптеген аумағын біріктірсе онда жоғары пик факторлы дабыл пайда болады. Осындай дабылдың кедергісіз қозғалысы

үшін жоғары классты және де қымбат жоғары сызықты таратушы қажет

MIMO – Multiple Input Multiple Output мәліметтерді N – таратушы антенна мен M – қабылдау антеннадан тұратын технологиясын. Соған қарамастан антеннаның таратып қабылдаушы антеннасы арақашықтықта орналасқан, ол антенна арасында төменгі сапалы корреляцияға ие болу үшін.

Жақын болашақта кең қолданыс табатын жиілік диапазоны 3,5 ГГц болады. Өйткені көптеген қалаларда сымсыз кең жолақты қол жетімді желі қолданылуда, сонымен қатар LTE көшудің арқасында операторлар өз жиіліктерін жаңа лицензиясыз қайта қабылдау мүмкіндігі пайда болады. Қажетті жағдайда LTE желісінде басқа да жиілік диапазоны ерекшеленген. Жиілік жолағын пайдалану мен тарату әдісіне қатысты қарастырсақ LTE желісінде барлығы қайшы,өйткені стандарт айтарлықтай иілгіш. Төртінші ұрпақтың әрбір тізбектерінде белгіленгенге 5 МГц 3G (UMTS), қарағанда 1,4 аралығында 20 МГц жиілік диапазоны негізделеді. Сонымен қатар дабылды уақыттық бөліну TDD (Time Division Duplex – уақыттық бөлінудегі дуплексті арнада), және жиілікті FDD (Frequency Division Duplex – жиілікті бөлунідегі дуплексті арна) бөлінуді қолдану мүмкіндігі бар.

1.7 Сурет – 4G (LTE) желісінің базалық станциясы

Шындығында LTE және WiMAX стандарттары өзара әжептәуір жақын. Ол екі стандартта OFDM кодтау технологиясы мен MIMO мәлімет тарату жүйесін қолданады. Екі стандартта арнаның өткізу қабілеті 20 МГц кезінде FDD және TDD – дуплекистеу қолданады. Екі жүйе де өз протколы ретінде IP қолданады. Соған қатысты екі технология да өзінің жиілік диапазонын жаксы қолданып, ғаламтор қол жетімділіктің салыстырмалы тарату жылдамдығын қамтамасыз етеді.

WiMAX бір артықшылығы оның инфрақұрылымы қарапайым, соған орай техникалық жағынан сенімді. Стандарттың бұндай қарапайымдылығы мәлімет тарату үшін ғана тағайындалған. Басқаша айтсақ, LTE желісінің қиын болуы оның GSM және 3G ұрпақтарымен бірлескенін қамтамасыз етеді.

LTE және WiMAX арасына басқа да бөлімдері бар. LTE желісінде жиілікті басылуды тоқтататын технология бар. Ұялы байланыстың көптік қолданысқа жоспарлаған кезде ең бастысы болып жиілік мәнін асыра жұмсау болып табылды. Ол радио жиілікті жолақтың әр базалық

станция деген қол жетімді тиімділігін көрсетеді.

WiMAX желісінде жиілік диапазонының асыра жұмысау құрылымы үш жиілік арнадан тұрады. Үш секторлы сайт конфигурациясын қолданған да, әр секторда үш жиілік арнасы жүзеге асырылған. Сондықтан жиіліктің асыра жұмсау мәні 3-ке тең.

LTE (4G) ұялы желісінің жұмыс барысында жиіліктің асыра жұмсау мәні 1 – ге тең. Яғни LTE желісінің барлық базалық станциясы бір тасушымен жұмыс істейді.

LTE (Long Term Evolution) – мәліметтерді таратудың ұялы хаттамасы. LTE – бұл OFDM (тұтынушыға), SC – FDMA (тұтынушыдан) және MIMO технологияларына негізделген CDMA,UMTS жалғасы. Бұл технологияның ерекшелігі жиілікті (жұпты FDD) және уақытты (жұпсыз, TDD) арна бөлінуімен жұмыс істейді, ол опеарторда түрлі құрылғыны қолдануға мүмкін береді. WCDMA технологияға MIMO антенналы технологияны қолдану базалық станция арқылы 10 есе абоненттерге қызмет көрсетуді қамтамасы етеді.

LTE технологиясының басты ерекшелігі [11, 196 б.]:

- максимальді қабылдау жылдамдығы 326 Мбит/с, 20 МГц арна енімен;
- максимальді тарату жылдамдығы 86,4 Мбит/с, 20 МГц арна енімен;
- TDD және FDD режимінде жұмыс атқаруы.
- қадамға байланысты (1.4, 2.5, 5, 10, 15, және 20 МГц), арна ені 20 МГц дейін көлемденуі.
- Release 6 HSPA салыстырғанда спектральді жиіліктің тиімді үлкейуі;
- тұтынушы құрылғысы мен базалық станция арасындағы жауап уақыты 10 мс және белсенді мен белсенді емес жағдайынан ауысу уақыты 100 мс.

1.4 Байланыс желілерінің ақпараттық қамтамасыз етуі

Ақпараттық кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау бойынша байланыс желілерінің ақпараттық қамтамасыз етуін әзірлеу мақсаты қойылған.

4G технологиясының, яғни LTE желісінің бағалы артықшылы «ашық» қол жетімді ғаламтор. Бұл ұялы байланыс желісіндегі абонент өзіне қолайлы ұялы құрылғымен ғаламторға шыға алады.

LTE технологиясының Қазахстандағы жағдайына келетін болсақ, нарықтағы келешегі әбден нақты. Операторлар негізделген төменгі жиілікті қолдану әкімшілік келісім алу 3G технологиясыдай болмайтын шығар. Бұл жиілік диапазонының тағы бір артықшылы: төменгі жиілікте бұрқау көлемі мен ғимарат ішіндегі тұрақты байланыс болуын қамтамасыз етеді.

Операторлар үшін 2G немесе 3G/UMTS (WCDMA немесе CDMA2000) құрылған желілер 2G/3G/LTE желісінің когерентті болып табылады, бірлік басқару мен серверді тоқтатусыз жоспарлы хендовер тиімді нұсқа болып табылады. Осындай желіні орнату үшін конвергентті нұсқа ретінде барлық негізгі құраушылар болуы керек:

- конвергентті мультистандартты BTS;
- конвергентті транспортты желі;
- конвергентті қызметтер;
- конвергентті O&M.

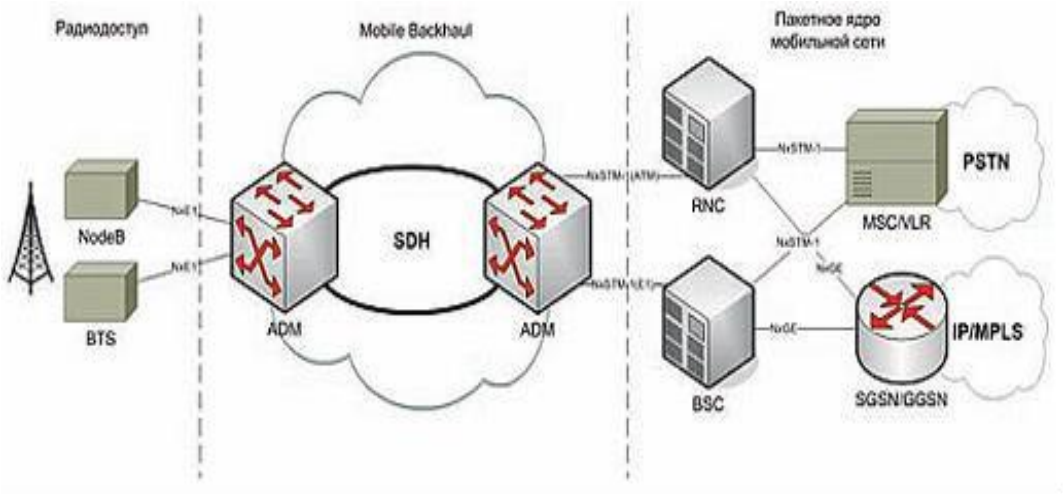
2G/3G желісінен LTE желісіне желі миграциялануы комплесті шешім болып табылып, өз негізінде бірнеше бағытта жұмыс жасайды:

- радио жүйелік және радио жоспарлау модернизациясы;
- Mobile Backhaul транспортті желінің модернизациясы;
- Mobile Packet Core ядралы десте желісінің модернизациясы
- радио жүйелік және радио жоспарлау модернизациясы

Аппаратты бөлімде LTE радио жүйесі 2G/3G желісіне қарағандағы артықшылығы, бұл желіде базалық станцияның контроллері жоқ. Ол функцияны eNodeB базалық станциялары өз атқарады. Сонымен қатар LTE базалық станциясы Mobile Backhaul транспортты желі арқылы, бірі бірімен тура қатынасты X2 интерфейсі арқылы қатынасатынын атап өту керек. Бұл интерфейс handover процедурсы кезінде (яғни, абоненттің бір қызмет көрсету аймағынан, екіншіге ауысуы) ауысу кезіндегі тарату трафигінде қолданылады. 2G/3G классикалық архитектурасында базалық станция тек контроллер арқылы мәлімет алмаса алады. Мирграция кезінде қазіргі 3G желі станциясы LTE базалық станциясына программа қамтамасыз жаңартылуы арқылы модернизацияланады. Кейде бір базалық станция 2G/3G/LTE функционалдарын қамтамасыз ете алады. Бұл жағдайда модернизацияға төмен шығын жұмсалады.

Mobile Backhaul транспортты желісін модернизациялау. Оператор жиіліктерін тандап барлық қажетті поцедурадан өткеннен соң, келесі кезекте тұратыны транспортты инфра құрылым. Операторда қажетті сыйымдылықты IP/MPLS – транспортты желі болса жақсы. Бұл сұрақ ең маңызды, өйткені LTE базалық станциясы қазіргі уақытта 100 – 200 Мбит/с тарфигін өндіреді. Бұл жағдайда БС 2G минимальді көлемде дауыс таратуда қолданылады. 3G базалық станциясы жоғары көлемде тарфигті өндейді, бірақ бұл LTE БС тарфигінен айтарлықтай төмен. Транспорты негізінде 2G/3G желісінде SDH (TDM) желісі қолданылады.

2G/3G желісінен LTE желісіне дейін таралу кезінде LTE желісінің дестелік ядро элементтері 2С/3С – желісіне ұқсас функцияларды атқарады. Мысалы Serving Gateway (SGW) базалық станциядан Serving GPRS Support Node (SGSN) мен аналогия бойынша түскен дестелік мәліметтерді өңдеп маршрутттайды. Төмен жабдықталған немесе қайта жүктеу төмен болғанда SGSN мен қатынасады, сонымен қатар eNodeB базалық станция арасындағы handover кезінде тұтынушы мәліметтері үшін ұялы түйінді басқару рөлін атқарады. Mobility Management Entity (MME) басқару жазықтығына жауап береді, сонын ішінде ұтқырлы, handove, абоненттік терминалды бақылау, сонымен қатар SGW таңдалуы мен Home Subscriber Server (HSS) тұтынушы аутентификация қатынасы.



1.8 Сурет – Mobile Backhaul ұялы желісінің сұлбасы

Packet Data Network Gateway (PDN GW) абоненттік терминалдан дестенің ішкі желісіне қосылуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар ол 3CPP–технологиясының шлюзі болып табылады, өйткені Wi – Fi немесе WiMAX. Policy Charges and Rules Function (PCRF) сервисі сервисті политикасын басқарып, абоненттік QoS сессиясы үшін политиканы орнатады.

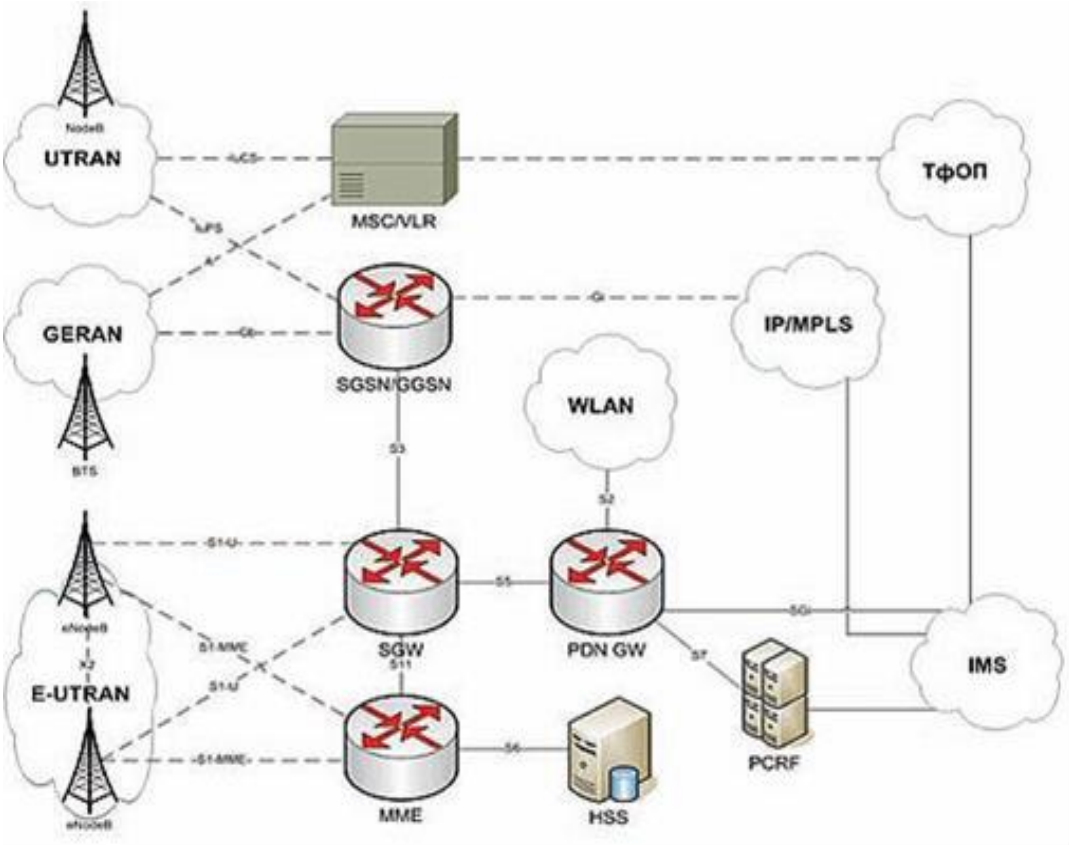
HSS абоненттік мәліметтерді сақтау сервисі. Home Location Register (HLR) мен Authentication Center (AuC) біріккен, ол 2G/3G HLR желісінде бар және абоненттің идентификациясы мен мекен жайын, сонымен қатар абоненттік профильін ақпаратын сақтайды [12].

Егер де осы эелементің аппаратты құраушылары туралы айтатын болсақ, көбіне SGSN, GGSN, MME, SGW және PDN GW функциялары бір немесе екі маршрутизатормен орындалады.

LTE радио қолжетімділігіне паралель, тірек дестелік желі SAE жазық архитектурасына эволюциоланады. Бұл архитектура өндірісті оңтайландыру, шығынды тиімідікті жоғарлату және нарықтық масса үшін IP базасында қызметтер енгізуін ықшамдау.

Тұтынушылар деңгейінде SAE архитектурасында екі базалық құрылғы бар: LTE (eNodeB) базалық станция мен гейт SAE Gateway. LTE базалық станциясы S1 – Core Network – RAN интерфейсті қолдана отырып тірек желісіне қосылады. Бұндай жазық архитектурасы қосылу қажеттілігі қамтамасыз ететін түйін санын азайтады.

3GPP (GSM и WCDMA/HSPA) мен 3GPP2 (CDMA 2000 1xRTT, EV – DO) бар жүйесі ұтқырлыты оңтайландыру қамтамасы арқасында LTE желісінде стандартты интерфейсті қолданғандықтан жүйеге интеграцияланады. 3GPP жүйесі үшін CDMA RAN мен жана тіректік желісінде дабыл интерфейстің болуын білдіреді. Бұндай интергация екілік және бірлік радио хэндоверге қолдау көрсетеді, LTE желісіндегі жоспарлы тарау мүмкінігін қамтамасыз етеді [13,152 б.].



1.9 Сурет – Ұялы дестелі ядроның архитектурасы

1.5 Байланыс жүйелеріндегі монтаждау жұмыстарын ұйымдастыру

LTE желісінде өткізу қабілетін жоғарлау мен қызмет сапасы MEMO технологиясына байланысты. MEMO (MIMO – жүйесі), технологиясын қолданатын антенна жүйесі мәлімет тарату жылдамдығын айтарлықтай жоғарлатпайды, бірақ жоғары қашықтықта бұл жүйе айтарлықтай тиімді екені дәлелденген. MIMO технологиясы дабылдың көптеген шағылуы шартында тарату жылдамдығын төмендетпей – ақ, радио мәліметтермен алмасу кезінде қате санының азайуына ықпал етеді. Бұл кезде көп элементті антенна жүйесі келесіні қамтамасыз етеді:

- радио дабылдың шешуші аймақ бұрқауы мен соның ішіндегі «өлі» зонаны тегістеу.

- дабылды таратудың бірнеше жолын қолдану, бұл трассадағы жұмыс ықтималдығын жоғарлатады;

- түрлі физикалық қағидасына негізделген дабыл өңдеу жүйесінің қалыптасуы негізіндегі байланыс арнасының өткізу қабілетінің жоғарлауы.

MIMO технологиясын қолдануында аз уақыт өткенімен, қабылдаушы құрылғыда дабыл бөлінуінің классификациялауға болатын әдісі ол үлкен даму үстінде. Сонымен қатар MIMO – жүйесінде өзі ұсынған дабылдарды бөлу тәсілі. Бұған көбіне уақытты таралу, кеңісткітік таралу және де қабылдаушыға дабыл келіу бағытының жоғары шешімі жатады [13,165 б.].

MIMO қарапайым антенна жүйесі – бұл симмтериялы емес екі дірілдеткіш, мысалы ±45° бұрышына қатысты вертикальді осі. Бұндай

полязирация бұрышы екі арнаны да бірдей жағдайға қояды, өйткені горизонтальді тік бағдар кезінде бір поляризациялық құраушының шағылуы, жердің үстінгі қабатында таралғанда үлкен өшулікке ие болар еді.

1.10 Сурет – Антенна 4G LTE MiMo INDOOR, LTE, HSPA, HSPA+, МГц: 1800-2600, CRC9

Аналогты антенна жүйесін қабылдау бөлігінде қолданады. Бұл түрлі пішінді модулденген дабылдарды бірдей тасушыарқылы жіберуін қамтамасыз етеді. Поляризацияланған бөліну шарты радиобайланыс жолағының өткізу қабілеті екі есе жоғарлатады. Сондықтан, екі поляризациялы антенна жүйесін MIMO жүйесі деп айтуға болады [14, 35 б.].

UMTS желісіне қолданылатын W – C DMA технологиясы дабылдың ортогогальді кездейсоқ кодтық тізбектелін бір жиілікте шағылуын түсіндіреді. Нақты абоненттік терминалдың тізбекті кодолауына бапталған коррелятор, барлық ішкі жүйелік дабыл терминал желісінен «ақ» шуыл түрінде қабылдайды. Сондықтан бұл жағдайда UMTS желісінде MEMO технологиясын қолдану әр антенналық арнаға тиісті CDMA – код қойылады және арнадағы дабыл ортогональды болып табылады.

Бітіру жобасына тапсырманы сипаттаймыз және есептерді орындау үшін қажетті бастапқы мәліметтерді талдаймыз.

Жобада LTE негізде төртінші ұрпақты желінің құрылысының мүмкіндіктерін зерттеуге керек.

Керек:

– құрылғыны таңдау;

– станциялардың санын анықтау;

– жамылғының аймағын есептеу;

– жергілікті жерде тұрған БС–ның желісінің жоспарын келтіру;

– базалық станциялардың өзара байланысыніске асыру;

– желіні енгізудегі экономикалық әсерді есептеу;

–еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздік негізінде қажетті өлшемдерді есептеу.

1.1 Кесте – Белгілі мәліметтер

Параметрлері	Мағынасы
Жергілікті аймақ	Алматы
Қала ауданы, км^2	7,3
Халық, мың.адам	9,889
Қолданылатын стандарт	LTE
Жұмыс жиілігі, МГц	700
Жердің үстінде БС антенасының биіктігі, м	35
Жылжымалы станция антенасының биіктігі, м	1,5
LTE–дегі дауыс жылдамдығы, Мбит/с	10

LTE Alcatel – Lucent 700 базалық станциясы. LTE жүйелері үшін қондырғыны өндірумен қазіргі кезде әлем бойынша көптеген компаниялар айналысады. Сымсыз рұқсат қондырғысына деген сұраныстың артуы және қазіргі заманы технологиялардың дамуы шешілуге арналған мәселері бойынша да, құны бойынша да ерекшеленетін қондырғылардың кең спектрінің пайда болуына алып келді. Сондықтан қондырғыны таңдау үшін Alcat – Lucent сымсыз рұқсат қондырғыларын қарастырамыз.

Alcatel – Lucent – LTE төңірегіндегі жаһандық көшбасшы. Сол себептен Alcatel компаниясының «Alcatel–Lucent LTE 700» базалық станциясын тандадым (1.11 Сурет).

1.11 Сурет – «Alcatel–Lucent LTE 700» базалық станциясының ішкі көрінісі

«Alcatel – Lucent LTE 700» жүйесі Alcatel компаниясының жаңа өнімі, ол жетекші LTE технологиясына негізделген. Жоғары өнімділік пен

өткізу қабілеттілігі – базалық станцияның жартылай дуплексті және көпарналы функционалдық мүмкіндіктері жалғыз базалық станцияға өте көп абоненттер санын қабылдауға мүмкіндік береді.

Сол жағында тік орнатылған baseband–unit – негізгі станцияның төмен жиілікті бөлігі, радиотрансиверлермен басқарушы компьютер. Оның оң жағында – eNodeB LTE үшсекторлы конфигурациясын құрастыратын Alcatel– Lucent RDU 700 МГцүш модулді радиотрансивері.

Alcatel–Lucent LTE 700 МГц «кабинет түріндегі» (indoor – үшін) базалық станцияның жоғарғы панеліне фидердің және GPS–антенның қосылуы үшін тіркеуіш шығарылған.

Үстінде түзеткіш, төменінде бірнеше сағат ағымында сайттың үздіксіз қорегін қамтамасыз етуге қабілетті аккумуляторлық батареялардың блогы. Тұтыну қуаты –> 3 кВт (бұл барлық сайт, 2G жабдықты қоса алғанда).

"КаР–Тел" компаниясы жүргізген және сәтті өткен LTE технологияларын алдын–ала тексерілуінен кейін "Вымпелком" және Alcatel – Lucent компаниялар тобы, бұқара нарығында ғаламторды таратуды жеделдетуді көздейтін Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі стратегиялық даму бағдарламасына сәйкес, абоненттерге заманауи мобильді кеңжолақты қызметтерін ұсыну жолында еңбек етуде.Мұндай қызметтерді мәліметтерді жоғары жылдамдықпен және төмен кедергілермен жеткізу стандартының бірегей мүмкіндіктерінің арқасында LTE желісінде іске асыруға болады. Ал желіні іске қосу үшін төменжиілілікті диапазонды (700 МГц) пайдалану операторға тарқатудың барынша аумағын ең тиімді түрде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Тұтынушылар қалаған жерде және қалаған кезде қолжетімді болатын корпоративті тапсырыс берушілерге ең тиімді қызметтердің және жоғары шешімді бейне, музыка, көптұтынушылық бейнеойындар секілді сан–алуан кеңжолақты мультимедиялық қызметтердің пайда болуын күтуіне болады.

OmniStack LS 6224 қосқышы. Коммутатор – электрлік тізбектің жалғанар ұшын таңдап алуға және оны өзге тізбекпен жалғастыруға, ажыратуға, ауыстырып қосуға арналған құрылғы. Коммутаторлар байланыс техникасында абонент желілерін бір типті шеттік аппараттардан және ақпаратты беру мен қабылдау үшін кедергісіз жолдар жасау мақсатында байланыс арналарын бір– бірімен электрлік жалғастыруға арналған[14, 35 б.].

LTE жылжымалы желісін қамтамасыз ету үшін OmniStackLS 6224 – Fast Ethernet L2+ коммутатор пайдаланады. OmniStackLS 6224 – Fast Ethernet L2+ коммутаторы, бекітілген кескінмен және мүмкіндікпен біріктіру. Биіктігі 1U, 24 порт 10/100 тіркеуіштермен RJ–45, 2 порттар 10/100/1000 RJ–45 және 2 Combo– порты. AC орынына DC OmniStackLS 6224DC–ішкі қоректенуі бар болады. 1.12 – Суретте OmniStackLS 6224 – Fast Ethernet L2+ коммутаторы бейнеленген.

1.12 Сурет – OmniStackLS 6224 – Fast Ethernet L2+ коммутаторы

Сипаттамасы:

- коммутацияның сыйымдылығы: 12,8 Гбит/с, 24 порт, 17,6 Гбит/с, 48 порт;
- стек қосуын шинада өткізу жолағы: 4 Гбит/с;
- 8 мың MAC–адрестер.

Физикалық өлшемдері: 17,32 х 9,05 х 1,73 дюйм, 44 х 23 х 4,4 см (ені х тереңдігі х биіктігі).

Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы. Alcatel – Lucent 7750 Service Routers (2.8 Сурет) – 2G, 3G, LTE сымсыз желілері үшін жылжымалы маршрутизатор. Бұл басқару, бақылау және кескіндеуді қамтамасыз ететін жоғарғы өнімділікті және конвергент желілерінде үздіксіз маршрутизациямен көп сервистік жол көрсетушілерін ұсынады. Маршрутизатор 7750 SR келесі ұрпақтың қызмет көрсететін конвергент желілерінде инфрақұрылымды құруға мүмкіндік береді. Ethernet өзіндік IP/MPLS масштабталатындық, тоқтамаушылық және өнімділігі бар кепілді қызмет сапасы және үнемділікті тіркестіреді.

7750 SR – оның өткізгіштік қабілеті бес нұсқаларда шығарылып 90 Гбит/с – тан 7,2 Тбит /с жылдамдыққа дейін маршрутизациялық қызмет көрсетеді, әр түрлі ауқым желілеріндегіні қолдану үшін тиімді шешімдер құруға мүмкіндік береді. 1.13 суретте көрсетілген.

1.13 Сурет – Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы

Alcatel – Lucent 7750 SR маршрутизаторының негізгі сипаттамалары: –

жоғары өнімді (14RU шассиже 2 Тбит/с дейін), масштаб жасалатын сервис маршрутизаторы; әр түрлі көлемдермен үлгілі;

– ғаламтор – қатынаудың жаңа қызметтері және VPN MPLS;

– икемді туннелдеу және IP PPP/FR/ATM/IMA/HDLC;

– қызметтермен, диагностика мен және биллингпен қуатты басқару жүйесі;

– сызықтық жылдамдығы бар дестетердің икемді сүзілуі;

– ACL қолдау 100Гб/с Ethernet дейін және STM – 4

– SDH/ATM/CES дейін интерфейстердің толық алуы;

– ғаламторға тікелей қосу.

Huawei фирмасының секторлы антеннасы. Huawei фирмасы шығарылатын антенналарды ұялы байланыстың желілері үшін кең спектрімен орналастырады. Бұл компанияның өнімін ерекшелейтін:

– ықшам өлшемдер;

– әр түрлі жылдық шарттарға икем(Қазақстанның ауа райына тексерілген);

– жұмыс диапазондарын мол тандау мүмкіндігі.

Huawei DX – 2300 – 2700 – 65 – 18i – 0F антеннасы Alcatel – Lucent LTE 700 базалық станциялар үшін секторлы антенналарының сапасында таңдалған. Таңдалған антеннаның техникалық мінездемелері 1.2 кестеде келтірілген.

1.2 Кесте – Антеннаның техникалық мінездемелері

Параметрлері	Мағынасы
Жиіліктің жұмыс диапазоны, МГц	2300–2700
Поляризация	+45°, –45°
Тік жазықтықта	65°
Көлденең жазықтықта	6°
күшейту, дБ	18
Бағыттау диаграммасы	±120°
Толқындық кедергі, Ом	50
Температураның жұмыс диапазоны, °С	–55…+70
Өлшемдері, ұзындық х ен х тереңдік, мм	1300х138х65
Салмағы, кг	4,1
Кіріс ұясы	2× N Female

Бұл антеннаға фидер ретінде оптикалық ОКС сымын пайдаланамыз. Бұл жобада оптикалық сымның 3 түрі қолданылады: топырақта аралық төсем үшін, аспалы және арна аралық төсем үшін.

Техникалық мінездемелері 1.3 кестеде келтірілген.

1.3 Кесте – Оптикалық фидерінің техникалық мінездемелері

Параметрлері	Сым проклаткасының түрі		
	арнаизацияда	топырақта	аспалы
Сым маркасы	ОКС–М	ОКБ–Т	ОКА–Т
Оптикалық талшық саны	4 – 72	4 – 24	4 – 24
Компания	Fujikura	Fujikura	Fujikura
Талшық түрі	ОМ	ОМ	ОМ
Модульдер саны мен түрі	6 – 12	1 (метал.)	1 (метал.)
Модуль диаметрі, мм	2	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0
Корделя саны/диаметрі	–/2,0	–/3,0 – 6,0	–/3,0 – 6,0
Сымныңсыртқы диаметрі, мм	15,0	18,5	18,5
Сым массасы, кг/км	190	436	540
Қоршаған ортаның жұмыс температурасы, °С	–40 – +50	–40 – +50	–60 – +60
Сымның минималды иілу радиусы, мм	250	250	300
Рұқсат етілген созушы күш, кН	1,5	7,0	3,5 – 7,0
Жабдықтаудың ұзындығы, км	2,0	2,0	2,0

Радиорелейлік байланыс жолдары мен БС арасына арналған құрылғы. Радиорелейлі байланыстың жолдарында ультра қысқа толқындар пайдаланады. Осы толқындар тікелей көріну шегінде тарайды. Сондықтан жолдар шағын қуатты радиостанциялар тізбегінен құралады да, әрқайсысы дабылды көршілеріне эстафета бойынша толығымен жеткізіп отырады.

Бір Node B жамылғы аймағынан басқа жамылғы аймағына абоненттік станциялардың орын ауыстыруы салдарынан базалық станциялар арасындағы байланыс тұрақты болуы керек. Бұл жағдайда радиал – торапты құрылымын қолдана отырып желі радиоқатынау құрылысын өндіреді. Яғни ақыр соңында барлық БС станциялар контроллерге қосылады.

Радиорелейлі жолдарды орнатудың бастапқы қадамы болып жолды таңдау және аралық станциялардың орналасуы мен санын анықтау болып табылады. Бұл жобаның жүргізілу барысында орнатылатын радиорелейлі жолдардың жұмысының тұрақтылығы, оның қолданысының және құрылымдардың бағалары анықталады.

Станциялардың арасындағы байланысты ұйымдастыру үшін радиорелейлік жолдардың құрылысын пайдаланады. Ұялы байланыстың қалалық желілері станциялардың арасындағы шағын ұшып өту ұзындығына сүйене отырып РРЛ аралық жобаланатын желіде 23 ГГц жиілікте тұрғызылады. РРЛ үшін жабдық сапалы Ericsson: Mini–Link HC фирмасының өнімін таңдаймыз. MINI–LINK HC (STM–1) 155 Мбит/с жылдамдықпен 5–38 ГГЦ жиіліктерде жұмыс істейтін радиорелейлік жолдарды ұйымдастыру үшін қолданылады. Бұл биік өткізгіштік қабілетпен нүкте радиоарналардың ұйымына арналған икемді мүмкіндіктерді береді [5, 56б.].

Техникалық мінездеме 1.4 кестеде келтірілген.

1.4 Кесте – РРЖ есептеуге ұшып өту аралығы арналған мәліметтер

Параметрлері	Аумаққа арналған мәндер
РРЖ пролетінің ұзындығы R_o,*км*	12
Рельефтің максималды биіктігіне дейінгі қашықтық R_1,*км*	10
Бөгеуіл кеңдігі *r*,*м*	300
РРЖ жиілігіf_{fw},*ГГц*; f_{bw},*ГГц*	5,6; 5,9
Антеннаның күшейту коэффициенті $G_{прд}$, *дБ*; $G_{прт}$, *дБ*;	40; 40
Жүйе коэффициенті*SG*,*дБ*	112,5
Антенна–фидерлі тракттың ПӘК*η*, *дБ*	1,5
Пролет профилі*MN*,*м*; *CD*,*м*; *ZY*,*м*	789; 721; 820

Абоненттік станция. LTE 4G USB модемі – LTE технологиясының базасында жұмыс істейтін абоненттік станция. Ғаламторға қосылу үшін ең қолайлы және оңай тәсіл. USB интерфейсі бар, LTE 4G қолдайтын сымсыз модем қамту аймағының кез келген жеріңде және кез келген уақытта жоғары жылдамдықты ғаламторға қатынауды қамтамасыз етеді.

2 LTE 4G технологиясының негізгі параметрлерін есептеу

2.1 Байланыс алгоритмдерін есептеу

Ақпараттық кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау бойынша байланыс алгоритмдерін есептеу мақсаты қойылған.

LTE технологиясын жобалау үрдісі басқа сымсыз радиоқатынау технологияларынан өзгеше қасиеттері бар. Басты айырмашылығы бұл – көпстанциялы OFDM технологиясы базасының қатынауын қолдануы. Осыған орай, жаңа түсінік пайда болады және жобалаудың алгоритмы өзгереді. Радиожеліні жоспарлау процесі негізгі екі бөліктен тұрады:

– максималды қамту аймағын қалыптастыру;

– қажет ететін сыйымдылықты қамтамасыздандыру.

LTE радиожелісін жобалау абоненттер тығыздығы аз аймақта жоспарланғандықтан барынша үлкен аумақты қамту үшін базалық станциялар мүмкіндігінше бір–бірінен алыс қашықтықта орналасуы керек. Осыған байланысты сәйкес жиілік диапазонын таңдау қажет. Жиілік мейлінше төмен болса, радиодабылдың таралуы алысырақ қашықтықта болады. Яғни бұл жағдайда 791 – 862 МГц жиілік диапазонын таңдаған тиімді. Дуплекс түрі ретінде жиіліктік – FDD таңдалады.

Радиожамылғыны талдауды максималды рұқсат етілген жоғалтуларды (МРЕЖ) есептеуден бастаймыз. МРЕЖ таратқыштың эквивалентті изотроптық сәулелену қуаты (ТЭИСҚ) мен сәйкес жақтағы қабылдағыш кірісіндегі дабылдың минималды қажетті қуаты арасындағы айырмашылығы ретінде есептеледі және байланыс арнасындағы барлық жоғалтуларды ескергенде қабылдағыштағы дабылдың қалыпты демодуляциясы қамтамасыз етіледі.

МРЕЖ есептеу ұстанымы 2.1 суретте көрсетілген.

2.1 Сурет – МРЕЖ есептеу ұстанымы

Есептеу барысында келесі параметрлерді қолданамыз:

– жүйелік жолақ: 20 МГц; FDD үшін = 10/10 (DL/UL);

– eNB – әр секторда бір TRX, шығыс қуаты TRX = 40 Вт (46 дБ);

DL байланысында MIMO 2×2 режимінде жұмыс істейді;

– UE–абоненттік терминал – USB – модем, 4 класс – ТЭИСҚ 33дБ; – кадрлар ұзақтығының сәйкестігі DL/UL: 100%/100%.

MATHAD бағдарламасын қолдану арқылы топтаманың тарату уақытын есептеу.

Максималды рұқсат етілген жоғалтулар келесі формуламен анықталады:

$$L_{МРЕЖ} = P_{тар.э.и.с.} - S_{тар.сез} + G_{тар.а} - L_{тар.ф} - M_{ену} - M_{кед} - M_{көл} + G_{хҰ} \quad (2.1)$$

мұндағы $P_{тар.э.и.с.}$ – таратқыштың эквивалентті изотроптық сәулелену қуаты;

$S_{тар.сез}$ – таратқыштың сезімталдылығы;

$G_{тар.а}$ – таратқыш антеннасының күшейту коэффициенті, $G_{тар.а}$: DL = 18 дБ, UL = 0 дБ;

$L_{тар.ф}$ – таратқыштың фидеріндегі жоғалтулар, $L_{тар.ф}$: DL = 0,3 дБ;

$M_{ену}$ – қалалық жерлерде дабылдың ғимаратқа ену қоры, $M_{ену}$ = 22 дБ; $M_{кед}$ – кедергілерге арналған қор.

$M_{кед}$ – көрші ұяшықтардағы жүктемесінен тәуелділікте жүйелік деңгейдің пішіндеуінің нәтижелерімен анықталады; $M_{кед}$ мәні көрші ұяшықтардағы жүктемесіне 70% сәйкес келеді. $M_{кед}$: DL = 6,4 дБ; UL = 2,8 дБ;

$G_{хҰ}$ – хэндоверден ұтыс. Хэндоверден ұтыс шамасы – қызмет етілетін ұяшықта терең тыну пайда болған кезде абоненттік терминал хэндовер жүзеге асырылуы мүмкін. Хэндоверден ұтысы = 1,7 дБ.

Қабылдағыштың талап етілген дабыл\шуыл қатынасы. шамасы «Enhanced Pedestrian A5» арнасының үлгісі үшін алынған: DL = – 0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

$L_{қаб}$ – қабылдағыш шуылы коэффициенті, $L_{қаб}$: DL = 7 дБ, UL = 2,5 дБ;

DL байланыс торабы үшін:

$$S_{қаб.сез} = –174,4 + (–0,24) + 7 = –167,64 \text{ (дБ)},$$

UL байланыс торабы үшін:

$$S_{қаб.сез} = –104,4 + 0,61 + 2,5 = –101,29 \text{ (дБ)}.$$

(2.2) және (2.3) формулалардан алынған нәтижелерден МРЕЖ шамасын есептейміз:

DL байланыс торабы үшін:

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

UL байланыс торабы үшін:

$L_{МРЕЖ}$ = 33 – (–101,29) + 18 – 0,4 – 12 – 6,4 – 8,7 + 1,7 = 126,5 (дБ).

DL және UL байланыс тораптары үшін алынған екі МРЕЖ мәндерінен байланыс қашықтығы мен ұяшық радиусын таңдау үшін кішісін таңдаймыз. Байланыс ұзақтығы бойынша шектелетін торап жоғарғысы болып табылады.

Байланыс қашықтығын есептеу үшін радиотолқынның таралуының Okumura – Hata эмпирикалық үлгісін таңдаймыз. Okumura –Hata үлгісі бойынша трассаның ұзындығы 10 км жетпейтін және ландшафтысы жазық аймақ үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$L_ж = 69{,}5 + 26\lg f_a - 13\lg h_t - A(h_r) + (44{,}9 - 6\lg h_t)\ \lg d, \qquad (2.4)$$

Түзету түрінің қалалық аймаққа белгіленуі:

$$L_қ = L_ж - 4{,}78 \cdot (\lg f_a)^2 + 17{,}33 \cdot \lg f_a - 40{,}94, \qquad (2.5)$$

мұндағы: f_a – 150–ден 1500 МГц дейінгі жиілік;

h_t – таратушы антеннаның биіктігі (eNB) 0,03–0,3 км;

h_r – қабылдаушы антенаның биіктігі (қозғалмалы құрылғының антеннасы) 0,001–0,01 км;

d – ұяшық радиусы 1–20 км;

$A(h_r)$ – жергілікті жердің түріне байланысты қозғалмалы объектің антенна биіктігі үшін түзету коэффициенті.

Есептеулер жүргізу үшін келесі параметрлерді таңдаймыз: F_a = 700 МГц; h_t = 35 м; h_r = 1,5 м.

Қалалық аймақ үшін $A(h_r)$ түзету мәнін келесі формуламен есептейміз:

$$A(h_r) = (1{,}1 \cdot \lg f_a - 0{,}7) \cdot\ h_r -\ (1{,}56 \cdot \lg f_a - 0{,}8), \qquad (2.6)$$

$$A(h_r) = (1{,}1 \cdot \lg 700 - 0{,}7) \cdot\ 1{,}5 -\ (1{,}56 \cdot 700 - 0{,}8) = 1{,}258.$$

(2.4) және (2.5) формулаларынан ұяшық радиусын анықтаймыз:

$$R = 10^{1{,}668} = 17{,}860 \text{ км}$$

$$d = 17{,}86/2 = 8{,}9 \approx 9 \text{ км.}$$

Үшсекторлы сайттар үшін S_{eNB} қамту ауданын келесі формуламен есептейміз:

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8}\,d^2, \qquad (2.7)$$

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8}\,9^2 \approx 157{,}833(км^2)$$

Бұл бөлімше MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған (Қосымша А).

Бұл жобаның негізгі мақсаты ұялы байланыс желісін жоспарлап, базалық станция орналастыру болып табылады. Қызмет ету аумағын территориялық жиіліктік шектерге бөлу қажет.

Ең алдымен елдімекен аумағына базалық станцияны орнату қажет. Жобаның мақсаты елдімекен аумағына түгелдей радиоқамту жасау болып табылады. Алматы елді мекенінің Алматы – 2 ауданы 6,4 км^2, яғни 4 км^2 болғандықтан жоғары есептеу нәтижесінің арқасында 9 eNB базалық станция жетіп артады. Базалық станция орналастырылуының бейнесі Қосымша Б–да келтірілген.

Барлық eNB келесі сипаттамаларға ие болады:

– әр таратқыштың қуаты – 40 Вт;

– антеннаның биіктігі – 0,035 км;

– қабылдап–таратқыштардың саны TRX – 3 (әр секторға бір – бірден);

– бір сектор үшін жүйелік жолақ – 20 МГц (10 МГц «жоғары» байланыс сызығы үшін және 10 МГц «төменгі» байланыс сызығы үшін);

– «төмен» торабы MIMO 4×2 технологиясын қолдайды;

– «төмен» байланыс торабының өткізу қабілеті – 102,9 Мбит/с, байланыс торабы «жоғарыға» – 54,87 Мбит/с.

Жобаланатын желіге 791– 862 МГц жиілік жолағы белгіленген және жиілікті спектр ені 71 МГц болады. Әр eNB секторына 20 МГц бөлу керек. Яғни, белгіленген спектр енін 20 МГц – тен 3 бөлікке бөлу қажет. 5 кестеде жиіліктік жоспар құрылу нәтижесі келтірілген [7].

LTE берілген желісін эксплуатацияға енгізгеннен кейін желіні оптимальды қылу кезеңі басталады, онда орындалған жоспарлаудың түзетілуі жүруі мүмкін, яғни: желінің өткізу қабілеттілігінің ұлғаюы, радиомодулдердің іліну биіктігінің өзгеруі, радиомодулдер сәулелену қуатының төмендеуі немесе ұлғаюы.

Желінің өткізу қабілетін немесе сыйымдылығын бағалау үшін белгілі жағдайларда ұяшықтың орташа спектрльды тиімділігіне сүйене отырып жүргізеді.

Мобильді байланыс жүйелерінің спектральды тиімділігін мәлімет тарату жылдамдығының 1Гц қолданылатын жиіліктер жолағына (бит/с/Гц) қатынасымен есептейтін көрсеткішпен анықталады. Спектральды тиімділік жиіліктік ресурсын қолдану тиімділігінің көрсеткіші болып келеді және берілген жиілік жолағындағы ақпарат тарату жылдамдығын сипаттайды.

Спектральды тиімділік нақты географиялық аймақтағы (ұяшық,

аумақ) желідегі барлық абоненттердің тарату жылдамдығының 1 Гц жиіліктер жолағына (бит/с/Гц/ұяшық) қатынасы ретінде және желінің максимальды өткізу қабілеттілігінің бір жиіліктік арна жолағы еніне қатынасы ретінде де есептелуі мүмкін.

2.1 Кесте – LTE – нің жиіліктік жоспары

eNB нөмірі	Секторлар	Азимут	Қызмет ету аймағы, км	Жиіліктік спектрдің шартты нөмірі
1	1.1 1.2 1.3	0 120 240	10 10 10	1 2
2	2.1 2.2 2.3	0 120 240	10 10 10	1 2
3	3.1 3.2 3.3	0 120 240	10 10 10	1 2
4	4.1 4.2 4.3	0 120 240	10 10 10	1 2
5	5.1 5.2 5.3	0 120 240	10 10 10	1 2
6	6.1 6.2 6.3	0 120 240	10 10 10	1 2
7	7.1 7.2 7.3	0 120 240	10 10 10	1 2
8	8.1 8.2 8.3	0 120 240	10 10 10	1 2
9	9.1 9.2 9.3	0 120 240	10 10 10	1 2

LTE желісінің MIMO әртүрлі конфигурациясы үшін 3GPP Release

9 негізінде FDD дуплексті жиілік типіне жиілік жолағы ені 20 МГц болған кезде орта спектральды тиімділік 2.2 кестеде көрсетілген.

2.2 Кесте – LTE желісіне арналған орташа спектральды тиімділігі

Сызық	Сұлба	Орташа спектральды тиімділік (бит/с/Гц)
UL	1×2 1×4	1,254 1, 829
DL	2×2 4×2 4×4	2,93 3,43 4,48

FDD жүйесі үшін желінің 1 секторындағы орташа өткізу қабілетін есептеу арнаның ені мен спектрлі тиімділігі тікелей көбейту арқылы жүргізіледі:

$$R=S*W, \tag{2.8}$$

мұндағы: S – орташа спектральды тиімділігі (бит/с/Гц);
W – арна ені (МГц); W = 10 МГц.

DL байланыс торабы үшін:

R_{DL} = 3,43 · 10 = 34,3 Мбит/с

UL байланыс торабы үшін:

R_{UL} = 1,829 · 10 = 18,29 Мбит/с

R_{eNB} базалық станциясының орташа өткізу қабілеттілігі бір сектордың өткізу қабілеттілігін базалық станциядағы секторлар санына көбейту жолымен есептеледі; eNB секторлар санын 3–ке тең деп аламыз, сонда:

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} \cdot 3, \tag{2.9}$$

DL байланыс торабы үшін:

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

UL байланыс торабы үшін:

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

Келесі кезеңде жоспарланатын LTE желісіндегі ұяшықтар санын анықтаймыз.

Желідегі ұяшықтар санын есептеу үшін LTE жобаланатын желісін үйірткілеуге бөлінетін арналардың жалпы санын анықтау қажет. Арналардың жалпы санын N_a келесі формуламен есептейміз:

$$N_a = [\frac{\Delta f_{\Sigma}}{\Delta f_K}], \quad (2.10)$$

мұндағы: Δf_{Σ} – 71 МГц–ке тең және желі жұмысына бөлінген жиілік жолағы;

$\Delta f_к$ – бір радиоарнаның жиілік жолағы; LTE желісінде радиоарна астында ресурсты блок РБ деген түсінік анықталады, оның 0,18 МГц, $\Delta f_к$ = 0,18 МГц ені бар.

$$N_a = \frac{71}{0{,}18} \approx 395(\text{арналар}),$$

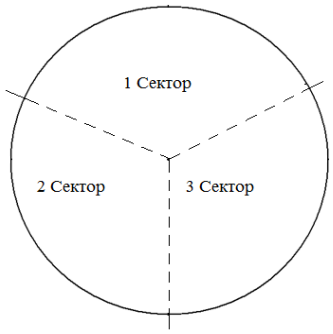
Ары қарай бір ұяшықтың бір секторында абоненттерге қызмет көрсетуге қажет $N_{a.сек}$ арналар санын анықтаймыз:

$$N_{a.сек} = \left[\frac{N_a}{(N_{кл} \cdot M_{сек})}\right], \quad (2.11)$$

мұндағы: N_a – жалпы арналар саны;

$N_{кл}$ – кластердің өлшемі, eNB секторлар санына сәйкес таңдаймыз, яғни 3–ке тең деп аламыз;

$M_{сек}$ – eNB секторлар саны, 3.



2.2 Сурет – БС әр секторының байланыс қашықтығы бейнеленген

(P_{AT}) айнымалы тоқтың қуатын табу үшін (P_{DC}) тұрақты тоқтың қуатын пайдалы әсер коэффициентіне бөлу керек (ПӘК) (0,8 – 0,9).

Қажетті қуатты есептеу үшін берілген мәндер 2.3 кестеде келтірілген.

2.3 Кесте – Қажетті қуатты есептеу үшін белгілі мәндер

Құрылғылар	Саны, шт.	Қажетті қуат, Вт	P_{AC}/P_{DC}
Alcatel–Lucent	9	790	P_{AC}
Коммутатор	2	228	P_{DC}

Айнымалы тоқтың қуатын анықтау формуласы:

$$P_{AT} = P_{DC}/0,8, \quad (2.18)$$

P_{AT} = 228/0,8 = 285 (Вт).

$P_{кос}$ құрылғыларға қажетті жалпы қуатты есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$P_{кос} = P_{PM} + P_{AT,} \quad (2.19)$$

$P_{кос}$ = 790 + 285 = 1075 (Вт).

Жүктеме тоғының мәні I келесі формуламен анықталады:

$$I = P_{кос}/U, \quad (2.20)$$

мұндағы: U – қоректену кернеуінің мәні, U = 220 В.

$I_Ж$ = 1075/220 = 4,8 (А).

Бір секторге жіберетін жүктеме:

$$A = n_0 \cdot \left[1 - \left(P_b\sqrt{\pi \cdot n_0{}^2}\right)^{\frac{1}{n_0}}\right], \quad (2.21)$$

мұндағы: P_B – желіге түсетін шақыруға жіберілетін бұғаттау;

n_S – секторлар саны;

n_a – бір арнаны бір уақытта қолданатын абоненттер саны. Біздің жағдайда n_a = 2.

n_0 – жалпы арналар саны

$n_0 = n_S \cdot n_a = 2 \cdot 2 = 4$

$$P_B \leq \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot n_0}} = \sqrt{\frac{2}{3.14 \cdot 4}} = 0.40$$

Бір сектордағы жүктеме:

$$A = 4 \cdot \left[1 - \left(0{,}4\sqrt{\pi \cdot 4^2}\right)^1\right] = 4 \text{ Эрл}$$

Қабылданатын дабыл қуаты базалық және абоненттік станция арақашықтығына тәуелді. Оны келесі өрнек арқылы табамыз.

$$P_{\text{РП}} = A - B \cdot \log R - n \cdot \log\left(\frac{f}{900}\right) + 10 \cdot \log \alpha, \qquad (2.22)$$

мұндағы: А және В параметрлері қоршаған ортаға қатысты алынатын шамалар. Үлкен қалалар үшін A= 55…80, B= 30…43 тең. Ал кіші қалалар үшін A=54, B=39 тең болады. n көбейткіші қала үшін 3–ке тең, кіші қалалар үшін 2–ге тең болады. α келесі өрнекпен анықтаймыз:

$$\alpha = \left[\frac{h_B \cdot h_{M\to\text{тар}} \cdot G_{\text{тар}} \cdot G_{\text{каб}}}{3660}\right] \qquad (2.23)$$

мұндағы: $P_{\text{тар}}$ – таратқыш қуаты, Вт;

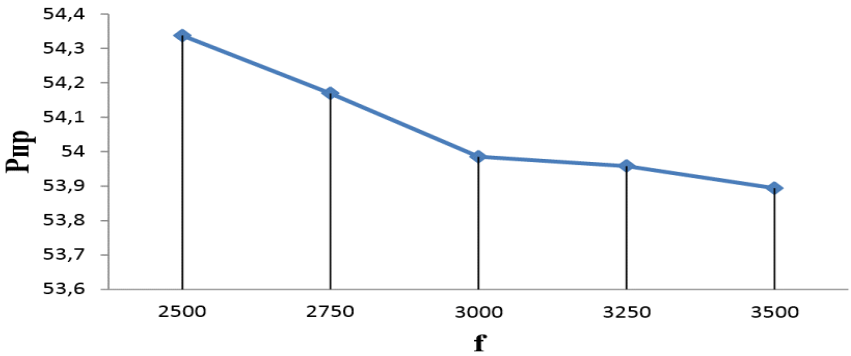
$G_{\text{тар}}$, $G_{\text{каб}}$ – антеннаның күшейту коэффиценті;

h_B и h_M– базалық және абоненттік станция биіктігі; m=1 h_M<3 және m=2 h_M>10 м.

$$\alpha = \frac{35^2 \cdot 1{,}5^2 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 2{,}5}{3600} = 1017,$$

$$P_{\text{РП}} = 54 - 39 \cdot \log(10) - 2 \cdot \log\left(\frac{3500}{900}\right) + 10 \cdot \log(1017) = 43.4 м.$$

Қабылданатын дабыл қуатын MathCAD бағдарламасы арқылы шығарамыз (2.3 сурет).



2.3 Сурет. – Кіші қала үшін жиіліктің абоненттік станция арақашықтығына тәуелді

2.2 Байланыстың тұрақтылығын есептеу

Тыну қоры мына формуламен есептеледі

$$F = SG + G_{прд} + G_{прм} - L_0 - 2 \cdot \eta, \qquad (2.24)$$

мұндағы: SG – жүйенің күшейту коэффициенті;

η – антенна–фидерлік жолдың ПӘК–і;

$G_{прд}$, $G_{прм}$ – қабылдау–тарату антеннасының күшейту коэффициенті;

L_o – кеңістіктегі радиотолқынның өшуі:

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(f) + \lg(R_0)], \qquad (2.25)$$

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot \lg[(5{,}6 \cdot 10^3) + \lg(42)] = 139{,}879$$

$$F = 112{,}5 + 40 + 40 - 139{,}879 - 3 = 49{,}121 \text{ (дБ)}.$$

Байланыстың тұрақсыздық уақытының процанті былай анықталады:

$$T_{пр}(V_{\min}) = T_0(V_{\min}) + T_{инт}(V_{\min}) + T_д(V_{\min}), \qquad (2.26)$$

Көпсәулелі таралудың әсерінен болатын тыңуды келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$T_{инт}(V_{\min}) = K_{кр} \cdot Q \cdot f^b \cdot R_0^c \cdot 10^{-\frac{F_t}{10}}, \qquad (2.27)$$

мұндағы: $K_{кр}$ – орналасқан рельеф пен климаттың әсерін ескеруші коэффициент,

$$K_{кр} = P_1^{1.5} \cdot 10^{-6.5}, \qquad (2.28)$$

мұндағы: P_1=1–2.

$$K_{кр} = 1^{.5} \cdot 10^{-6.5} = 3{,}162 \cdot 10^{-7.}$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_1 - h_2|}{R}, \qquad (2.29)$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|110{,}5 - 11{,}5|}{42} = 2{,}357 \text{ (м/рад)}$$

$$Q = 1 + (|2{,}357|^{1.4}) = 5{,}45$$

b= 0,89; c= 3,6.

сонда, $T_{инт}(V_{\min}) = 3{,}162 \cdot 10^{-7} \cdot 5{,}45 \cdot 5{,}6^{0{,}89} \cdot 42^{3{,}6} \cdot 10^{-\frac{49{,}121}{10}} = 0{,}000068(\%)$.

Жаңбырдың әсерінен болатын тыңуды келесі формуламен есептеледі:

$$T_d = 10^{(11,628\cdot[-0,546+0,172\cdot lg(0,12\cdot A_{0,01}/F)])}, \qquad (2.30)$$

мұндағы: $A_{0,01}$ – 0,01% уақыттан асқан жаңбырдың әсерінен болатын трассадағы өшу:

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_э \qquad (2.31)$$

$$\gamma = k \cdot R_{0.01}^{\alpha}, \qquad (2.32)$$

мұндағы: k мен α – жиілік пен поляризацияға тәуелді коэффициенттер.

f=5,6 ГГц жиілік кезіндегі вертикалды поляризация үшін:
$k_в = 0,00032;\ \alpha_в = 1,131$

f=5,6 ГГц жиілік кезіндегі горизонталды поляризация үшін:
$k_г = 0,00036;\ \alpha_г = 1,149$

$R_{0.01}$ – 0,01% уақыт аралығындағы жаңбыр интенсивтілігі: $R_{0.01} = 22$ (мм/сағ)

$$\gamma_в = 0,00032 \cdot 22^{1,131} = 0,62$$

$$\gamma_г = 0,00036 \cdot 22^{1,149} = 0,656$$

$d_э$ – трассаның тиімді ұзындығы:

$$d_э = r \cdot R_0, \qquad (2.33)$$

мұндағы: r – азайту коэффициенті:

$$r = \frac{1}{1+\frac{R_0}{d_0}}, \qquad (2.34)$$

мұндағы: d_0 – тіректік арақашықтық:

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}} \qquad (2.35)$$

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.01522} = 25,16 \text{ (км)}$$

$$r = \frac{1}{1+\frac{45}{25,16}} = 0,375$$

$d_э = 0{,}375 \cdot 45 = 15{,}735$ (км);

$A_{0,01_г} = 0{,}656 \cdot 15{,}735 = 10{,}315$ (дБ);

$A_{0,01_в} = 0{,}62 \cdot 15{,}735 = 9{,}757$ (дБ);

$$T_d = 10^{(11{,}628\cdot[-0{,}546+0{,}172\cdot lg(0{,}12\cdot 10{,}315/49{,}121)])} = 0{,}00001\ (\%).$$

$T_{д_г} > T_{д_в}$ шарты орындалғандықтан, кейінгі есептеулерде $T_д$ шамасының орнына $T_{д\,г}$ мәнін аламыз.

Қазақстанның әр аймағын жаңбыр интенсивтілігі бойынша зерттеп кетсек. (В қосымша) 2.4 суретте көрсетілген.

Оңтүстік Қазақстан облысы үшін:

$A_{0.01} = 0{,}005 \cdot 15{,}735 = 7{,}68$ (дБ)

$$T_d = 10^{(11{,}628\cdot[-0{,}546+0{,}172\cdot lg(0{,}12\cdot 7.68/49{,}121)])} = 0{,}000005\ (\%)$$

Шығыс Қазақстан облысы үшін:

$A_{0.01} = 0{,}01 \cdot 15{,}735 = 15{,}7$ (дБ)

$$T_d = 10^{(11{,}628\cdot[-0{,}546+0{,}172\cdot lg(0{,}12\cdot 15.7/49{,}121)])} = 0{,}00001\ (\%)$$

Батыс Қазақстан облысы үшін:

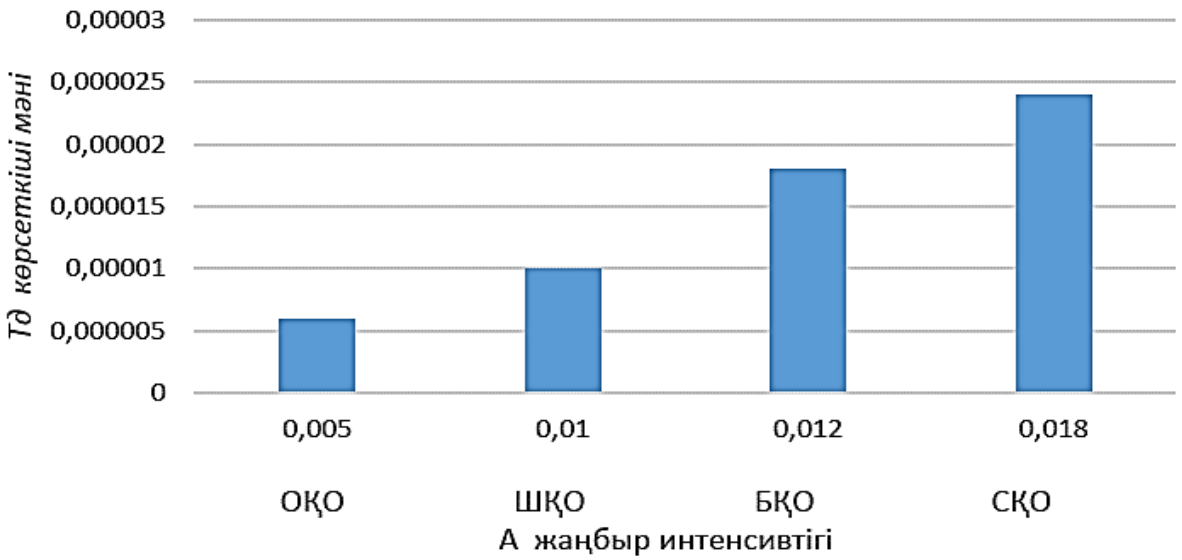
$A_{0.01} = 0{,}012 \cdot 15{,}735 = 18{,}8$ (дБ)

$$T_d = 10^{(11{,}628\cdot[-0{,}546+0{,}172\cdot lg(0{,}12\cdot 18.8/49{,}121)])} = 0{,}000017\ (\%)$$

Солтүстік Қазақстан облысы үшін:

$A_{0.01} = 0{,}018 \cdot 15{,}735 = 20{,}8$ (дБ)

$$T_d = 10^{(11{,}628\cdot[-0{,}546+0{,}172\cdot lg(0{,}12\cdot 20.8/49{,}121)])} = 0{,}000023\ (\%)$$



2.4 Сурет – ОҚ, ШҚ, БҚ, СҚ олблыстары үшін жаңбырдың әсерінен болатын *Тд* тынудың диаграммасы

Субрефракцияның әсерінен байланыстың нашарлау уақытының пайызын келесі формула бойынша жүргіземіз:

$T_0 = f(\psi)$ – график бойынша анықтаймыз.

$$\psi = 2{,}31 \cdot A \cdot (P(g) - p(g_0)), \tag{2.36}$$

$$A = \frac{1}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^3 \cdot \kappa \cdot (1-\kappa)}} \tag{2.37}$$

$$A = \frac{1}{9 \cdot 10^{-8}} \sqrt{\frac{0{,}054}{45 \cdot 10^3 \cdot 0{,}714 \cdot (1-0{,}714)}} = 0{,}661.$$

$P(\overline{g})$ шамасы келесідей анықталады:

$$P(\overline{g}) = \frac{H(\overline{g})}{H}, \tag{2.38}$$

Радиотолқындағы рефракциялы жарықтандыру шамасы $\Delta H(\overline{g})$, м:

$$\Delta H(\overline{g}) = -\frac{(R_0 \cdot g)^2}{4} \cdot k \cdot (1-k), \tag{2.39}$$

$$\Delta H(\overline{g}) = -\frac{(45 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8}) \cdot 0.714 \cdot (1-0{,}714) = 6{,}3 \text{ (м)}$$

$$\Delta H(\overline{g}) = H_0 + \Delta H(\overline{g}), \qquad (2.40)$$

$\Delta H(\overline{g}) = 12{,}372 + 6{,}3 = 18{,}672$ (м)

Алынған мәндер арқылы (2.41) өрнегін есептеуге болады:

$$P(\overline{g}) = \frac{H(\overline{g})}{H_0} = \frac{18{,}672}{12{,}372} = 1{,}509$$

2.3 Пайдалы дабылдың қуатын есептеу.

Қабылдағыш кірісіке берілетін пайдалы дабыл қуатын есептеу үшін радио байланыссызығының энергетикалық параметрлерін және қабылдағыштың нақты сезімталдығын білу қажет.

Қабылдау нүктесіндегі пайдалы дабыл қуаты келесі децибел түріндегі өрнекпен анықталады:

$$P_{қаб} = P_{тар} + G_{тар} + G_{қаб} + 201g\lambda - 201g(4\pi) - 201g(r) - L_{қос} - Z, \qquad (2.42)$$

Бұл өрнектермен радиобайланыс торабының келесі параметрлері қолданылады:

$P_{тар}$ – таратқыштың шығыс қуаты, сымсыз желілер құрылғыларында жай кезде 8–ден 30 дБм–ге дейін шығыс қуаты болады;

$G_{тар}$ және $G_{қаб}$ – таратқыш және қабылдағыш антенналардың күшейту коэффициенттері;

λ – толқын ұзындығы;

r – тарату ұзақтығы;

$L_{қос}$ – себептердің бүтін кешенімен, оның ішінде жалғайтын разъемдағы дабылдың әлсіреуі, антенна поляризациясы сәйкес болмауынан шығындар және т.б. бар шартталатын қосымша шығындар, $L_{қос}$ =10 дБ;

Z – сыртқы бөгеттерге тұрақтылық қоры, оның мәні радиобайланыс сызығы «салынатын» және ереже бойынша 5 пен 15 дБ аралығында берілетін аудандағы электромагниттік жағдаймен анықталады.

$$P_{тар} = 27+18+16+20lg(0{,}13) - 201g(43{,}14) - 201g(5{,}6) - 10 - 5 = -11 \text{ дБ}.$$

Қабылдағыштың нақты сезімталдығын P_{min} деп белгілейді, ол берілген қабылдағыш кірісіндегі пайдалы дабыл қуатын қалыпты қабылдауға минималды қажеттілікті анықтайтын көрсеткіштің физикалық мағынасы.

Радиобайланыс сызығының энергетикалық параметрлерін есептеу – бұл радиобайланыс қабылдағыш сезімталдығының нақты мәнінен кем болмайтындай мәні: $P_{қаб} \geq P_{мин}$

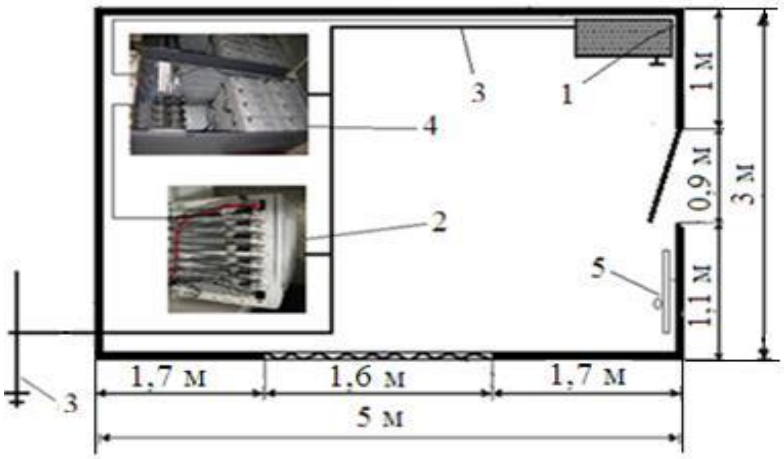
Сонымен, есептеу нәтижесі бойынша ол –11дБ–ге тең, яғни, жоғарыдағы шарт орындалады: $-11\text{дБ} \geq -98\text{дБ}$

3 Тіршілік қауіпсіздігі

3.1 Базалық станцияның сипаттамасы

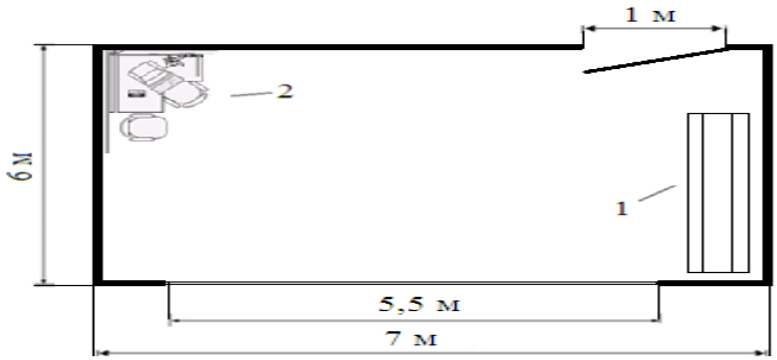
Бұл дипломдық жоба негізінде Алматы қаласында LTE технологиясының көмегімен ұялы байланыс орнату қарастырылады. БС қаланың барлық аймағын және жүйе әсер ететін радиус кіретін барлық аймақтарды желімен қамту ең негізгі жұмыс болып табылады. БС мұнарасы жанында орналасқан ғимарат бөлмесінде орналасды. 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.

Бөлемедегі жабдықтар орналасқан жоспар 3.1 суретте және коммутациялық жоспары 3.2 – суретте көрсетілген. Бөлме өлшемдері: ұзындығы – 5 м, ені – 3 м, биіктігі – 3м.



1– электр қуат көзі; 2– базалық станция; 3– жерлендіру; 4– электр қуатын реттеп жинақтаушы акуммуляторлар; 5– өрт қауіпсіздік құралы

3.1 Сурет – Бөлме жабдықтарының орналасу жоспары



1 – шкаф; 2 – оператор орны

3.2 Сурет – Коммутация орталығының бөлме жоспары

Бөлменің өлшемі:
- ұзындығы a=7 м;
- ені b=6 м;
- биіктігі h=3,5 м;
- еденнен жұмыс орнының бетіне дейінгі биіктік he=0.6 м.

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 уақыты бар.

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 сымдарының изоляциясы жатады

ГОСТ 12.1.038 – 82 «Еңбек қауіпсіздігінің стандарт жүйесі. Электр қауіпсіздігі. Түйінді кернеуі мен тоқтарының рұқсат етілген шегі» талаптарын орындалады.

3.2 Өнеркәсіптегі өндірістік санитария және еңбек гигиенасы

Еңбек қауіпсіздігі деп-жұмыс кезінде адамның денсаулығын, жұмысқа қабілеттілігін сақтауды қамтамасыз ететін заңды актілердің, әлеуметті — экономикалық, ұйымдастырушылық, техникалық, гигиеналық және емдеу-профилактикалық шаралар және құралдар жүйесін айтады. Еңбекті қорғаудың негізгі міндеті болып адамның іс әрекетінінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады. Еңбек қорғау заңы Қазақстан Республикасындағы еңбекті қорғау саласындағы қоғамдық қатынастарды және қауіпсіздікті реттейді, қауіпсіздік саласындағы мемлекеттік саясаттың негізгі қағидасын орындауды қарастырады.

Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 1 маусымда күшіне енген Еңбек кодексіне (бұдан әрі - ҚР ЕК) сәйкес заңдар мен өзге де нормативтік актілер негізіндегі еңбек ету барысында жұмысшының қауіпсіздігін, денсаулығы мен жұмыс істеу қабілетін сақталуын қамтамасыз етуге бағытталған әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастырушылық, техникалық, гигиеналық және ауруды емдеу мен алдын-алу іс-шаралары мен құралдарының жүйесінінен тұрады.

Қазақстан Республикасында әрбір өндірістік іс-әрекет Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 15 мамырда қабылданған № 251 Еңбек кодексіне сай ұйымдастырылу керек. Қауіпсіз еңбек шарттарын жасау мүмкіндігі ғылым мен техника дамуының кең қолдануында жатыр. Бұдан басқа көптеген техника қауіпсіздігі ережелері, санитария нормалары мен ережелері қолданысқа енгізілген. Қауіпсіз еңбек шарттарын қамтамасыз етуде жұмыскердің өзі және кәсіби одақтар тікелей қатысады.

Кәсіпорын әкімшілігі барлық жұмыс орындарын техникалық жабдықтармен қамтамасыз етеді және сол жерде еңбек қорғау, қауіпсіздік техникасы, санитарлық нармаларға сәйксс жұмыс жағдайларын жасау қажет. Жеке еңбек келісім шарты Қазақстан Республикасының қауіпсіздік және еңбекті қорғау нормативті құқықтық актілерінің талаптарына сәйкес болуы қажет. Жеке еңбек келісім шартында жұмыс орнының сипаттамасы көрсетілуі қажет. Зиянды және қауіпті жұмысқа жұмыс беруші жұмыскерді қабылдау кезінде кәсіби аурудың пайда болу мүкіндігі барын ескертуі қажет.

Телестанциялар арасында деректермен ақпараттық алмасуды ұйымдастыру үшін радиолокациялық станцияларды жобалау тақырыбындағы дипломдық жобада өндірістік бөлмелерге, жұмыс орындарымен микроауарайына қойылатын жалпы тазалық сақтау талаптары тазаітық сақтау нормалары мен ережелерде және өнеркәсіптің бөлімін жобалаудағы тазалық сақтау нормаларында көрсетілген.

Жобада өндіріс орны болып интерактивті байланыс ұйымдастыратын компьютерлік және байланыс техникасымен жабдықталған станциялық операторлық бөлмелер қарастырылады. Оператордың өнімді еңбегі үшін табиғи шарттарын және басқару әдісінің талаптарын ескеретін ұйымдастырылған қоршаған орта қажет. Жұмыс орнының микроклиматы түршіктіретін және кедергі жасайтын факторларды жою қажет.

Бұл факторлар әсері оператордың тез жалығуына және қиналуына әкеп соғады, олар - жарықтандыру, жылыту, ауа салқындатқыш, түрлі-түсті және архитектуралық интерьерлер болып табылады. Қызметкер үшін шартты норманы жасау мақсатында өндіруші микроклиматтың нормалары орналастырылған.

Микроклиматтық өлшемдерінің реттелуі реттеуіш сипттамалары бар автоматты климатикалық орнатулармен шығарылады. Бақыланатын сипаттамалардың өзгеруі климатехника бойынша жыл сайын станциядағы инженердің көмегімен әндіріледі. Кәсіпорында тазалық - еңбек гигиенасы жағдайларын тиімді етіп жасау маңызды міндет болып табылады. Еңбек тазалығының құрама бөлігі болып еңбек физиологиясы жатады, ол адамның еңбек іс әрекетімен байланысты ағзадағы физикалық үрдістердің жүруін зерттейді.

Еңбек физиологиясының мақсаты физиологиялық көз қарас бойынша еңбектің тиімді ұйымдастырылуын табу болып табылады. Кәсіпорындарда еңбек жағдайларын жетілдіру технологиялық үрдістерді қазіргі заманғы техникамен қамтамасыздандыру, зиянды факторларды тауып оларды жою, және де сақтандыру және қорғану шараларын өткізе отырып тиімді ету жолдарымен жүзеге асырылады.

3.3 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар

«Ақпаратты кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау» тақырыбындағы дипломдық жобада зиянды өндірістік факторларға негізінде компьютерлік техниканың және телекоммуникациялық инфрақұрылымның зиянды әсерлері: сәулелендіру және статикалық

электрлік жатады. Зиянды факторлардың әсерін болдырмау үшін келесі іс - шаралар орындалуы тиіс: Желдеткіш жүйелері, жылыту және ауа салқындатқыш СНиП 11-13-75 «жылыту, желдеткіш және ауа салқындатқыш» тарауына сәйкес болуы керек.

Жылу артықшылығы ғимаратта жылу берушінің беру реттегішін микроклиматтың нормалық өлшемдерін бақылау үшін, міндетті түрде қарау керек. Жылытқыш аспап ретінде компьютер залдарында, қосқыш бөлмелерінде жылыту сәулесінің панелінен немесе жұмсақ құбырлардан құралған регистрларды орнату қажет.

Жұмыс барысы кезінде адамға қауіпті (жарақат алуы) және зиянды (ауру тудырады) жағдайлар болуы мүмкін. Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар 4-топқа бөлінеді: физикалық, химиялық, биологиялық және психологиялық. Қауіпті физикалық факторға мыналар жатады: әр-түрлі жүктерді жоғары көтеріп араластыратын құрылғылар, жан-жағы қоршалмаған, ашық жылжымалы қондырғылар, тасымалдаушы механизмдер, айналдыратын және араластыратын қондырғылар, электр тогы, жоғары температура.

Денсаулыққа зиянды физикалық факторға мыналар жатады: жұмыс орнындағы жоғары және төмен температура, ылғалдылық және ауа қозғалысының жылдамдығы, қатты шу, ультрадыбыс және әр түрлі шағылысу - жылулық, иондық, электромагниттік, ақпараттық және жұмыс орнының шаң- тозаң болуы, ауасы таза болмауы, жарықтың өте жоғары және төмен болуы, жүру жолдарының тарлығы.

Химиялық қауіпті және зиянды өндірістік факторлар адам организміне ететін әсеріне қарай мынадай түрлерге бөлінеді: улану, жаралану, сенсибилизирлі (аллергиялық аурулар), концерогенді (ісік ауруларын тудыратын), мутогенді (жыныс клеткаларына әсері). Бұл түрлі газ бен булар, бензол мен толуолдың буы, көмір оттегі, күкіртті ангидрид, азот оксиді, қорғасын аэрозолы, улы шаң-тозандар.

Биологиялық қауіпті және зиянды өндірістік факторға мыналар жатады микроорганизмдер (бактерия, вирус) және микроорганизмдер (өсімдік және жануарлар) бұлардың әсерінен жарақат және аурулар пайда болуы мүмкін.

Психилогиялық қауіпті және зиянды факторға мыналар жатады: физикалық ауыр еңбек (статикалық және динамикалық) және жүйке психикалық ауырлық (нервке күш түсу), есту және көру мүшелерінің шаршауы.

3.4 Ауа алмасу

«Ақпаратты кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау» тақырыбындағы дипломдық жобада жұмыс орындарында қалыпты метеорологиялық жағдайларды және ауа тазалығын қамтамасыз ету дұрыс ұйымдастырылған ауа алмастыру жүйесіне байланысты. Ауаны алмастыру арқылы бөлмедегі ауаның температурасын, ылғалдылығын және тазалығын реттеуге болады.

Жобалау кезінде қазіргі қолданылып жатқан ауа алмастыру жүйесін максималды қолдану қажеттілігі қарастырылған. Оператор бөлмесінің ауа алмасуы қазіргі бар жүйемен жүргізіледі. Қосқыш бөлмесінде қабырғаның жоғарғы бөлігінде орналасқан терезе арқылы табиғи ауа алмастыру жүйесі ескерілген. Ауаның қозғалу әдісіне байланысты ауа алмастыру табиғи және жасанды түрін ажыратады. Табиғи ауа алмастыру кезінде ауа табиғи факторлар, жылулық тегеуріні және жел әсерлері нәтижесінде іске асады. Механикалық ауа алмастыру кезінде ауа вентиляторлар, инжекторлар және т.б. көмегімен іске асады. Ауаның алмасуы және конденсациялануы өндірісте еңбек тазалығы ережелеріне сәйкес келетін ауалық ортаны жасайды. Ауаның конденсациялануы қажетті жасанды ауа райын жасайды. Өндірістік бөлмелердегі кенеттен үлкен көлемдегі зиянды заттардың шығарылуы кезінде авариялық ауа алматыру жүйесі қарастырылған. Авариялық ауа алмастыру үшін өнімділігі жоғары болып келетін вентиляторлар қолданады. Оларды арнайы бөлмелерде орнатады. Қазіргі таңда кәсіпорында автоматты қосылатын және дыбысты белгі беретін авариялық ауа алмастыруды жүйесі орнатылуда.

Бөлмелердің жұмыс аймағындағы газ және бу шоғырлануын бақылау әмбебеп газ талдағышпен жүзеге асырылады. Ауадағы шаңның құрамын аспиратор көмегімен анықтайды. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығын өлшеу үшін психрометрлер қолданады. Ауа алмастыру жүйесін тексеру және жүйеге келтіру мақсаты өндірістік бөлмелерінде санитарлы ережелерге сәйкес ауа ортасының күйін қамтамасыз ету. Ауа алмастыру қондырғыларын тексеру мақсаты олардың өнімділігін анықтау және осы қондырғыларды ары қарай қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Ауа алмастыру қондырғыларының мақсаты бөлмелердегі ластанған ауаны алып тастап және оны таза ауамен ауыстыру. Ауаны тексерудің нәтижелері ауа алмастыру қондырғыларының тиімді және белгіленген сипаттар бойынша жұмыс жұмыс істеуін қадағалау.

Бөлме ішіне берілетін ауа алмасу жүйесі негізінен ауа қабылдағыш қондырғыларынан тұрады. Олар ғимараттардың сыртында, ауасы таза жерлерінде орнатылады. Олар қажетті ауа көлемін алу және қажетті жерге жеткізу, ауа тарату жүйесінен тұрады. Ауаның қозғалысы вентиляторлар мен инжекторлар көмегімен жүзеге асырылады. Ауаны бөлме ішінен сорып шығаратын ауа алмастыру жүйесі ауа сорғаштармен жабдықталған. Олар шығарылатын ауаны сорып алып, оны шығарып тастау жеріне тасымалдайды. Атмосфераға шығарылатын шаңды ауа санитарлы нормаларға сәйкес болмаса оны арнайы сүзгілермен тазалайды. Ол үшін кәсіпорында УРФМ-2 сүзгілері орнатылған. Бұл сүзгімен тазаланған газдар және булар санитарлы нормаларға сейкес болып келеді.

Ұйымдастыру әдісі бойынша ауа алмасу жалпы алмасу, жергілікті және құрастырылған болуы мүмкін. Жалпы алмасу – ол кезде ауаның алмасуы бөлменің бүкіл көлемінде жүреді, бұл әдісті көбінесе зиянды заттардың бөлме ішінде аз мөлшерде таралған кезде қолданылады. Жергілікті ауа алмасу бөлме ішіндегі зиянды заттардың (газдар, булар, шаң – тозаң, артық

жылу) жиналатын жерлерін жою және шығарып тастау үшін қолданылады. Құрастырылған жүйе бұл бір уақытта жергілікті және жалпы алмасуды қарастырады.

Ауаның қозғалу әдісі бойынша ауа алмасу табиғи және механикалық болып бөлінеді. Табиғи ауа алмасу кезінде ауа табиғи факторлардың әсерінен қозғалады: ауа қысымы немесе жел. Ал механикалық ауа алмасу кезінде ауа вентиляторлардың, эжекторлардың және т.б. көмегімен қозғалады. Табиғи және жасанды ауа алмасудың қосындысы аралас ауа алмасу жүйесін құрайды.

Ауа алмасудың тағайындалуына байланысты – ауаны бөлме ішіне жіберу немесе ауаны бөлме ішінен шығару болып бөлінеді. Бір уақытта ауаны жіберу және шығару болса,

Өндірістік бөлмелердегі кенеттен үлкен көлемдегі зиянды заттардың шығарылуы кезінде авариялық ауа алмасу қарастырылған. Ең көп тарағаны және тиімдісі – бір жағынан бөлме ішіне таза ауа жіберіледі, ал екінші жағынан ластанған ауа сыртқа шағарылатын екі қондырғыдан тұратын құрастырылған локалды механикалық ауа алмасу қоладанылады. сүзгілер, калориферлер және электр жетектегі механикалық вентиляторлар жерасты бөлмелерінде орналасқан вентиляциялық бөлмелерде орнатылады.

Операторлық бөлмедегі желдетуді есептеу.

Ауа айналымының қалдықсыздығын есептейтін формула:

$$K = \frac{Q}{W}; \text{ (сағ}^{-1}\text{)}. \qquad (3.1)$$

мұнда: W - тәжірибе өткізетін ауа соратын шкафтың көлемі, м^3

$$W = a \cdot b \cdot h = 420 \text{м}^3 \qquad (3.2)$$

мұнда: а – ұзындығы, м.

b – ені, м.

h – биіктігі, м.

Q - құрылыммен беріліп тұратын ауа өлшемі

$$Q = K \cdot W, \qquad (3.3)$$

Бензин үшін ауа айналымының қалдықсыздығы К=150.

$Q = 150 \cdot 420 = 63000$

Технологиялық процестің өтуі және қондырғыларды қолдану кезіндегі қауіпті және зиянды өндірістік факторлар

Алғашқы гидротазалау катализаторлық риформинг процесі өрт және жарылыс қауіпті өндіріс болып табылады.

Өрт және жарылыс қауіпсіздік қасиеті құрамында суы бар газдардың, көмірсутек газдарының, бензин парларының, мұнайдың бензин

фракцияларының, риформинг катализатының, сұйық және газ тәрізді жанғыш заттардың жиналуымен анықталады. Жоғарыда аталған өнімдер немесе олардың парлары оттегімен араласқанда от пен ұшқынның шығуынан жарылыс пайда болдырады.

Қондырғыдағы барлық қолданылатын заттар жанғыш заттар болып табылады. Олардың көбісінің жанғыш температурасы төмен. Колонналық аппараттардағы үлкен көлемдегі газ тәрізді өнімдердің болуы, территорияның газдану қаупін тудыруы мүмкін.

Жарылыс қаупі бойынша қондырғы А категориясына жатады.

Сонымен қатар қауіпсіздік өндіріс өнімдерінің жоғары температурада қыздыру (530 ^{0}С) және қысым (55 кгс/см^2), электр қозғалтқыштарындағы жоғары кернеуді қолдану (380В), өнімдердің статикалық электр тогының пайда болуымен, жоғары токсинді қасиетімен, құралдарды жоғары биіктікте қолданумен негізделген.

Процесс өңдеумен және жоғары токсинді затарды өндірумен байланысты болғандықтан, онда жұмыс істейтін қызметкерлердің денсаулығына зиянды болып табылады. Өндірістік процесс тобы IIIб СНиП 2.09.04 – 87.

Қондырғының қауіпсіздігі жоғары орындары мыналар:

– Пештер болгы;
– Реакторлар блогы;
– Арнаизация құдықтары, тереңдетілген дренаждық сыйымдылықтар;
– Газ компрессорлық бөлмелер;
– Буландыру колонналар блогы;

3.5 Өндірістік шулар және дірілдеулер

«Ақпаратты кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау» тақырыбындағы дипломдық жобада өндірістік қондырғыларды жобалағанда, құрастырғанда және қолданғанда шулар мен тербелістерді жою негізгі шаралардың бірі болып табылады. Шу бұл серпімді (газды, сұйық, немесе қатты) ортада бөлшектердің толқын тәріздес тербелмелі қозғалысы нәтижесінде пайда болатын әртүрлі жиіліктегі және қарқындылықты дыбыстар жиынтығын айтады.

Шу және тербеліс көздері ретінде қондырғылар және аппараттар, және де технологиялық қондырғаылар және аппараттар болады. Қазіргі уақытта техниканың дамуы, кәсіпорындарды энергияны және тез қозғалатын қондырғылар және аппараттармен жабдықтау, адамның шудың әсеріне әрдайым ұшырауына әкеліп соқтырады. Жұмыс орындарында шу және тербеліс деңгейінің жоғарылауы адам ағзасына зиянды әсер етеді. Дыбыс толқындарының таралуы шудың сипаты үшін, шуды бағалау үшін және қорғану шараларын таңдау үшін маңызды біршама акустикалық факторлардың пайда болуымен бірге жүреді. Шудың есту мүшелеріне әсерінен басқада ағзаның жүйесіне және мүшелеріне кері әсері бар екені белгілі. Бірінші кезекте орталық нерв жүйесіне әсері. Шудың әсерінен нерв жүйесінің зақымдануы ашушаңдылықпен, апатиямен, нашар көңіл-күймен

және т.б. бірге жүреді. Шудың әсер етуі ас қорту жолдарының ауруына, зат алмасу үрдісінің өзгеруіне, жүрек кантамырлары жүйесінің функционалды жағдайының бұзылуына әкеледі. Шулардың кері әсері оның әсер ету уақытын азайтумен, жұмыс және демалыс уақытын реттеумен төмендетуге болады.

Шу дыбыс тербелісінің жиілігімен, дыбыс қысымымен, дыбыс қарқындылығымен және дауыс қаттылық деңгейімен сипатталады. Дыбыс қысымын өлшеу үшін шу өлшегіш Ш-3М, ИШВ-1 құралдары қолданады. Шуды нормалау үшін екі нормалау әдісі қолданады: шудың анықталған спектрі бойынша және дыбыс деңгейі бойынша, дБ-мен. Бірінші әдіс тұрақты шулар үшін негізгі болып саналады және дыбыс қысымының деңгейін орташа геометриялық 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц жиіліктермен сегіз октавты жиілікте нормалауға болады. Шумен күресу үшін техникалық және медициналық сипаттағы шаралар қолданады.

Олардың негізгілері болып;

– шудың пайда болу себебін жою немесе оны әлсірету;

– дыбыс және вибро қорғау, дыбыс және вибро жүтқыш құралдарымен шу көзін қоршаған ортадан оқшаулау;

– шудан жеке қорғану құралдарын қолдану;

– медициналық сипаттағы сақтандыру шаралары.

Тербелістен, үйкелістен, соққылар салдарынан пайда болатын шумен күресудің ең тиімді жолы - қондырғылардың конструкциясын жақсарту.

Шумен күресудің шаралары технологиялық үрдістерге қазіргі заманғы құралдарды енгізу, шу көздерін оқшаулау, жеке қорғаныс құралдарын және архитектуралық - жобалау шешімдерін жақсарту болып табылады. Вибрация - (тербелу) - белгілі бір уақыт аралығында қайталанатын қондырғының, механизмдердің, серпімді денелерінің механикалық қозғалуларының жиынтығы. Көп жағдайларда вибрация шумен бірге жүреді.

Қазіргі уақытта техниканың дамуы, кәсіпорындарды энергияны және тез қозғалатын қондырғылар және аппараттармен жабдықтау, адамның шудың әсеріне әрдайым ұшырауына әкеліп соқтырады. Жұмыс орындарында шу және тербеліс деңгейінің жоғарылауы адам ағзасына зиянды әсер етеді. Дыбыс толқындарының таралуы шудың сипаты үшін, шуды бағалау үшін және қорғану шараларын таңдау үшін маңызды біршама акустикалық факторлардың пайда болуымен бірге жүреді. Шудың есту мүшелеріне әсерінен басқада ағзаның жүйесіне және мүшелеріне кері әсері бар екені белгілі. Бірінші кезекте орталық нерв жүйесіне әсері. Шудың әсерінен нерв жүйесінің зақымдануы ашушаңдылықпен, апатиямен, нашар көңіл-күймен және т.б. бірге жүреді. Шудың әсер етуі ас қорту жолдарының ауруына, зат алмасу үрдісінің өзгеруіне, жүрек қантамырлары жүйесінің функционалды жағдайының бұзылуына әкеледі. Шулардың кері әсері оның әсер ету уақытын азайтумен, жұмыс және демалыс уақытын реттеумен төмендетуге болады.

Шу дыбыс тербелісінің жиілігімен, дыбыс қысымымен, дыбыс қарқындылығымен және дауыс қаттылық деңгейімен сипатталады. Дыбыс қысымын өлшеу үшін шу өлшегіш Ш-3М, ИШВ-1 құралдары қолданады. Шу деңгейін реттеу. Шуды нормалау үшін екі нормалау әдісі қолданады: шудың анықталған спектрі бойынша және дыбыс деңгейі бойынша, дБ-мен. Бірінші әдіс тұрақты шулар үшін негізгі болып саналады және дыбыс қысымының деңгейін орташа геометриялық 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц жиіліктермен сегіз октавты жиілікте нормалауға болады. Шумен күресу үшін техникалық және медициналық сипаттағы шаралар қолданады.

Олардың негізгілері болып:

- шудың пайда болу себебін жою немесе оны әлсірету;
- дыбыс және вибро қорғау, дыбыс және вибро жұтқыш құралдарымен шу көзін қоршаған ортадан оқшаулау;
- шудан жеке қорғану құралдарын қолдану;
- медициналық сипаттағы сақтандыру шаралары.

Тербелістен, үйкелістен, соққылар салдарынан пайда болатын шумен күресудің ең тиімді жолы - қондырғылардың конструкциясын жақсарту.

Шумен күресудің шаралары технологиялық үрдістерге қазіргі заманғы құралдарды енгізу, шу көздерін оқшаулау, жеке қорғаныс құралдарын және архитектуралық - жобалау шешімдерін жақсарту болып табылады.

Вибрация - (тербелу) - белгілі бір уақыт аралығында қайталанатын қондырғының, механизмдердің, серпімді денелерінің механикалық қозғалуларының жиынтығы. Көп жағдайларда вибрация шумен бірге жүреді.

3.1 Кесте – Шу мен вибрацияның мүмкін деңгейлері

Жұмыс орындары	Орташа геометриялық жиіліктегі дыбыс деңгейінің қысымы, Гц								Дауыс деңгейі дБ эквиваленті бойынша
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор және жұмыс бөлмелері	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Лабороториялық тәжірибелерді өткізетін бөлмелер	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Кәсіпорын аймағындағы жұмыс орындары және жұмыс аймақтары	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Вибрация амплитудамен, жиілікпен, жылдамдықпен және үдеумен сипатталады. Осы параметрлер вибрацияның адамға, құралдарға, құрылыс конструкцияға әсерін анықтайды. Вибрацияның басқада құрылыс конструкцияларына таралуын азайту үшін вибрацияланатын қондырғыларды бөлек орнатады және қондырғылардың конструктивті бекітілуін жақсарту қажет. Тербелудің зиянды әсері болып қондырғылардың және аппараттардың пайдалы әсер коэффициентінің төмендеуіне, дисбаланс салдарынан қондырғы бөлшектерінің тозуы жатады. Тербелумен туғызылатын ұзақ уақыт бойы тербелулер құрылыстардың конструкциялы орындалуының бұзылуына

әкелуі мүмүкін. Вибрация орталық нерв жүйесіне, ішек-қарын жолдарына, тепе-теңдік мүшелеріне (вестибулярлы аппарат) әсер етеді, бас айналуын тудырады, буындардың ауруын туғызады. Вибрацияның ұзақ уақытты әсері кәсіби науқастану - вибрационды ауруды туғызады. Оны емдеу тек алғашқы сатыда ғана болады, ал кейбір жағдайларда жұмысқа қабілеттіліксіздікке әкелетін, ағзада кері қайтпайтын үрдістер болуы мүмкін.

Әсер ету ұзақтығы 480 минут үшін нормалаушы параметрдің жиілігіне байланысты интегралды бағалау кезінде вибрацияның мүмкін мәндері:

тербелу үдеуі бойынша - Z,X,Y = 4 м/с^2;

тербелу жылдамдығы бойынша - 4 м/с-10-2;

16 - 1000 Гц жиіліктер үшін - дБ 118 (ГОСТ 12.1.012-91)

3.6 Найзағайдан қорғау

Мекеме мен құрылыс орнын найзағайдан қорғауды орындау, мекеменің тұрған жерін жыл ішіндегі болатын найзағайдан және бір жыл ішінде күтілетін найзағайдан қорғау орындалу қажет. Негізгі қорғау объектіс болып техникалық мекеме болады. Онда құрылғы, техникалық персонал, биіктігі H=46 м болатын антенна орналасқан деп алып, сонымен қатар станция террриториясында жеке тұрған құрылыста орналасады. Найзағайдан болатын күтілетін зақымдарды мына формула бойынша есептейміз:

$$N=9\cdot\pi\cdot h\cdot n\cdot 10^{-6}, \qquad (3.4)$$

мұндағы: h– 46 м тең қорғау объектісінің ең жоғарғы биіктігі;

n– жер бетіндегі 1 км жыл ішіндегі найзағайдың түсу саны, n=1

Осыдан N санын есептейміз:

$$N = 9\cdot\pi\cdot 46\cdot 1\cdot 10^{-6}= 1299{,}96*10^{-6}=0{,}013$$

Мекеме II категорияға жатады; N≤1 – Б зонасы.Мекеме найзағайдың тура түсуінен, электрлік және электрлік индукциядан, жер бетіндегі немесе жер астындағы металды коммуникацияның жоғарғы потенциалдарынан қорғалу қажет. Жайтартқыш тасымалдаушы бөлімнен тұрады: найзағай қабылдағыштан, тоқтартқыш және найзағайдың тура түсуінен қорғайтын жерге қосқыштан. РРС металды мұнарасы, биіктігі h – 46 м жерге қоскышпен жалғасқан тоқтартқыш болып табылады. Ал жоғарғы бөлігі найзағай қабылдағыш ретінде қолданылады. Найзағай қабылдағыш ретінде жолақты құрыш конструкциясы қолданылады. Жайтратқышты коррозиядан сақтау үшін оны бояу қажет. Жайтратқыштың мөлшері: қима ауданы 100 мм2 , ұзындығы 2000 мм. Біз жеке стерженьді найзағай қорғағышты және Б түріндегі қорғау зонасын таңдағандықтан, есептеуді мына формуламен шығарамыз:

$$h_0 = 0{,}92\ h,\ r_0 = 1{,}5\ h,\ r_x = 1{,}5\ (h\text{-}hx\ /0{,}92), \qquad (3.5)$$

мұндағы: h_0 – жер бетіндегі қорғау зонасының биіктігі, м;
r_0 - жер деңгейіне сәйкес қорғау зонасының радиуысы, м;
r_x - қорғағыш объектісінің биіктігіндегі зона радиусы, м;
h_x – жер бетіндегі қорғау объектісінің биіктігі 40 м тең.;
$h_0 = 0,92h$;

$$h = h_1 + h_2, \tag{3.6}$$

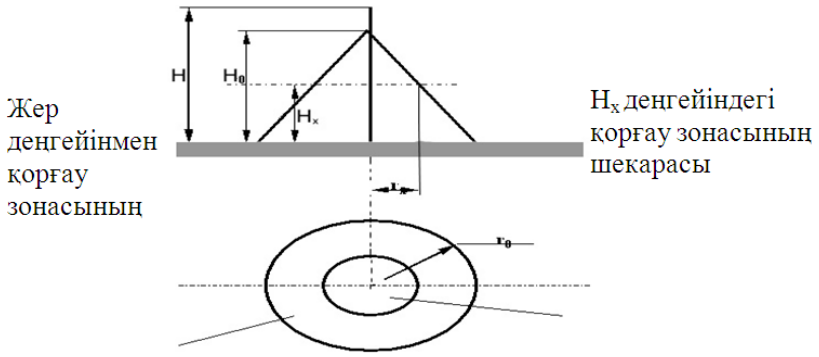
мұндағы; h_1 – мұнара биіктігі, 46 м;
h_2 – найзағай қабылдағыш биіктігі 4,5м;

$h = 50,5$;
$h_0 = 0,92x50,5 = 46,46$ м;
$r_0 = 1,5x50,5 = 75,75$ м;
$r_x = 1,5\ (50,5– 40/0,92) = 10,53$м.

Антеннаның іліну биіктігі 46 м.

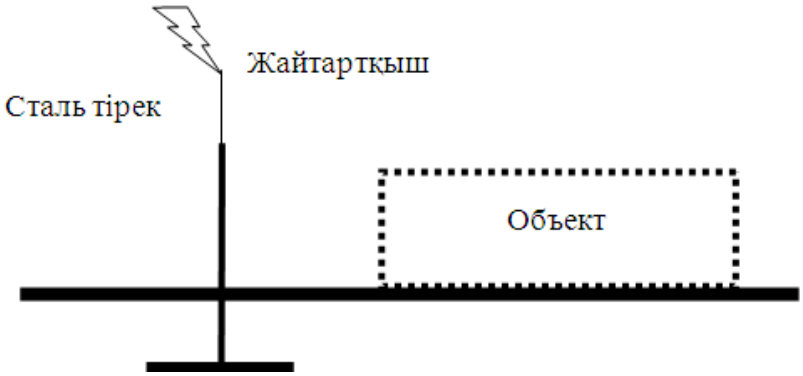
Орындалған есептеулер бойынша қорытынды, антенна (қорғау объектісінің ең жоғарғы нүктесі) қорғау зонасында орналасқан.

Найзағайдан қорғауды талап ететін аймақ, қорғау зонасының ішінде орналасады (есептеу бойынша 75,75 м), яғни барлық объектілер қорғалған. Қорғау аймағының зонасы 3.3 суретте көрсетілген.



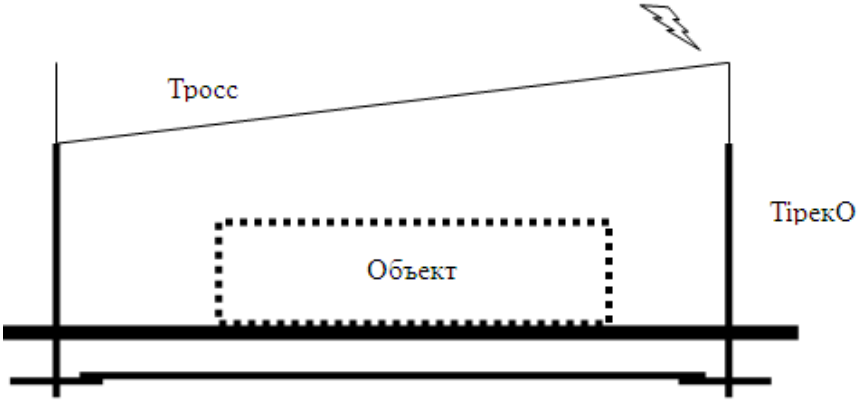
3.3 Сурет – Қорғау зонасы

Стерженді бөлек жайтартқыш 3.4исуретте көрсетілген.



3.4 Сурет – Стерженді бөлек тұрғар жайтартқыш

Тросты жайтартқыш 3.5 суретте көрсетілген.



3.5 Сурет – Тросты жайтартқыш

3.7 Ортақ электрқауіпсіздік шарттарын қамтамасыз ету

Қауіпсіздік дәрежесі өндірісті ғимараттың қауіпсіздігі жоғарғы емес ғимараттарға жатады, яғни құрғақ кәдімгі температура, шаңсыз бөлек едендері бар.

Қызмет көрсетуші персоналдар жөндеусіз қалғанда, авария немесе өзінің қате істерінің кесірлерінен кернеу астында қалуы мүмкін көлем және қауіпсіздікті қамтамасыз ететін керекті қорғаныс шараларының мінездемелері электрқұрылғы түрінен номиналды кернеудің, ғимаратқа қатысты шаралардың және электрқұрылғыларының қол жеткізуінің қатынасымен анықталады. Есептеуіш орталықтарда жөндеу жұмысы және профилактикалық жұмыстарда жұмысшылар саны 2-ден төмен болмау керек.

Ашылатын есік шкаф көздерінен ЭЕМ сыртқы құрылғы және барлық шкаф корпустары жерленеді, және таратылатын қалқан қасына диэлектрикті төсеніштер жатқызылады.

ЭЕМ –нің жұмыс жасау кезінде тиым салынады:

– шкафтың есігін ашып, қабықшаны шешуге;

– құрылғыны жөндеуге ұяшықтарды және толық кернеуді алмай жатып, блоктарды ауыстыруға болмайды;

– бөліктерді тазалап, майлауға;

– принтер құрылғыларын тазалауға және т.с.с;

Қызмет көрсетуші персоналдың негізгі қорғанысы ретінде қорғаныс жерге қосуын қолданамыз. Қорғаныс жерге қосуын кернеудің астында қалып қойған корпусқа жақындаған жағдайдағы тоққа тию кауібін құрту үшін қажет. Қауіпсіздіктің шарты бойнша жерлеудің салыстыру кедергісі төмен, жалғыз жерлеудің геометриялық өлшемін үлкейту арқылы немесе топтық жерге қосу арқылы, яғни өзара паралелль қосылған бірнеше элетродтарды қолдану арқылы қамтамасыз етуге болады.

Қорғаныс жерге қосуын көбінесе екі электрод түрін қолданады. Жерге тігінен қағылатын стерженьді, және құмға көлденең жататын және тік электродты өзара қосуға арналған жолақты. Жерге қосуды контурды түрде құруға болады. Контурлы жерге қосуы кезінде жерге қосу құрылғысының айналасына контур бойынша орналасады. Жерге қосуындағы оның арасындағы қашықтық жеткілікті, жақын болған кезде жер нүктелері контур айналасында шамамен бірдей потенциалға ие болады. Контур ішіндегі бөлек нүктелердің арасындағы потенциал айырымы азаяды, яғни жанасу және қолдану кернеуі азаяды. 30х15м өлшемі бар ғимаратқа есептеу жүргіземіз (радио жабдықтар қойылатын ААТ ғимараты осындай параметрге ие). Жерге қосуы есептеуін алдын ала берілген кедергі - R3 жерге қосылғандағы ең үлкен көрсеткіші бойынша есептейміз. Электрлі орнату құрылғының (ЭОҚ) ережесі бойынша біздің ғимаратқа R3-4 Ом-нан жоғары болмауы керек.

Біртекті жерде құм қатты болған кезде құмның кедергісі ρ=100м*м болғандағы есептеу жүргіземіз.

Есептеуді берілген формула методикасымен жүргізіледі:

$$R_з = \frac{R_в \cdot R_г}{R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot N_в \cdot \eta_в}, \qquad (3.7)$$

мұндағы: Rт, Rк -тік және көлденең электродтардың таралу кедергісі, Ом;

ηт, ηк – тік және көлденең электродтарды қолдану коэффициенттері;

$N_т$ – тік электродтар саны.

Жерге қосуы құрлысының материалы ретінде дөңгелек қиылысты стерженьді жерге қосуын таңдаймыз, әдетте құбырдың қалыңдығы 3,5 мм (құбыр диаметрі 5-6 см), төмен болмайтын және ұзындығы 2,5-3 м болат құбырын пайдаланады.Тік жерге қосуының таралу кедергісін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L}\right), \qquad (3.8)$$

мұндағы: L – жерге қосу ұзындығы, оны 3м-ге тең деп аламыз;

d – құбыр диаметрі (50мм);

То – жер бетінен жату тереңдігі (0.8 м).

$$R_B = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 0.8 + 3}{4 \cdot 0.8 - 3}\right) = 34.52\hat{I}i$$

ηг – топтық жерге қосу электродтарын көлденең қолдану коэффициенті.$\eta_т$ = 0,76.

Тік электродттар байланысы үшін және өзіндік электрод сапасы үшін 4х12 мм кем емес сызықты болат қиылысы қолданылады.

Көлденең жерге қосудағы тоқ таралу қиылысын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R_{\tilde{A}} = \frac{\rho}{2\pi L}\ln\frac{L^2}{dT} \qquad (3.9)$$

Жерге көмілген және тік жерге қосатын болат жолақ үшін:

Жолақ ені үшін: b=100 mm d=0.5b.

$$R_г = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 120} \cdot \ln\frac{120^2}{0.5 \cdot 0.1 \cdot 0.8} = 1.70 \text{ Ом}$$

ηк — тік электродтарды қосатын көлденең жолақты электродтар қолдану коэффициенті.ηг = 0,56.

Табылған мәндерді формулаға қойып топтық жерге қосу кедергісін табамыз, Ом.

$$R\tilde{a} = \frac{36.011 \cdot 1.7}{36.011 \cdot 0.56 + 1.7 \cdot 12 \cdot 0.76} = 1.716 \text{ Ом}$$

Топтық жерге қосудың таралу кедергісінің тоғы рұқсат етілген ПУЭ кедергісінен төмен, ол жерге қосудың қауіпсіздігін жоғарлатады.

Эксплуатация процесінде жоғарғы саналған мәннің жерге қосудағы тоқ таралу кедергісінің көтерілу мүмкіндігі және жерге қосу сымының толықтығының жойылмағандығын көрсетеді.

Көрсетілген қауіпсіздікті жою үшін міндетті түрде қорғаныс жерге қосу элементтік жағдайын жақсы тексеру қажет.

Жерге қосу құрылғысының жағдайын анықтау үшін келесі ережелерді өткізуді қажет етеді:

а) жерге қосу құрылғысының кедергісін монтаждағаннан соң өлшеу, эксплуатацияға қосылғаннан 1 жылдан соң, келесі жылы электр қондырғының комплексті/кешенді жөндеу жұмыстарында тағы да өткізу.

ә) жерге қосу құрылғы элементтеріне қарау үшін құмды таңдап ашу- әр уақытта жерге қосу кедергісін өлшеу.

б) әр уақытта құрылғыны ауыстырған кезде немесе ремонтта/жөндеу жұмыстарынан кейін жерге қосу желісінің бар болуын тексеру.

в) әр-бір ремонттан/жөндеу жұмыстарынан кейін табиғи жерге қосу беріктігін тексеру.

Жерге қосу құрылғысының жарамсыз және коррозиядан зақымдалған аймақты тапқан кезде, олар жаңасымен ауыстырылады.

3.8 Электр қауіпсіздігі

«Ақпаратты кодтық тығыздау үрдісі арқылы 4G байланыс желісін жобалау» тақырыбындағы дипломдық жобада компьютерлік техника және телекоммуникациялық инфрақұрылым тек қана электр тогын тұтынатын болғандықтан электр қауіпсіздігін қамтамасыз етуде үш мәселе қарастырамыз:

- электр энергиясын тұтынатын жабдықтар;
- электр тогының адам организіміне тигізетін әсері;
- электр тогынан сақтану шаралары.

Станциядағы қондырғылар және жабдықтар 220В кернеу энергиясымен қоректенеді. Жұмыс бөлмелерінде өрт қауіпі бар. Қызмет көрсететін жұмысшыларды электр тоғынан зақымданудан қорғау үшін жерге қосу (заземление) қарастырылған. Қауіпті жерлерде қауіпті белгілейтін плакаттарлінген. Электро қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін еңбектің қауіпсіздік әдістеріне үйрету және нұсқаулау жүргізіледі.

Электрлік тоқтың қауіпті әсері адамның электрқондырғылардың тоқ жүретін бөліктермен тікелей әсерлесу кезінде көрінеді. Электрлік тоқ адам денесі арқылы өткенде келесідей әрекеттерді жасайды: термиялық — терінің қызуына және күюіне, қан жүретін жолдардың және қанның қызып кетуі; электролиздік—қанның және плазманың жіктелуіне; биологиялық— ағза терісінің тітіркенуі. 0.05 А электрлі тоқ күші адам өміріне қауіпті деп саналады. 40—60 Гц—ті айнымалы тоқ аса қауіпті. Электр тоғымен зақымдану жергілікті электрожарақаттар (электрлі күю, электрлік таңба, терінің металдауны, электроортальмия) және электрлі соққылар (жалпы адам ағзасының зақымдануы). Адамның электр тоғымен зақымдану дәрежесі тоқтың күші және жиілігіне, адам денесінің кедергісі, электр тоқтың өту ұзақтығы, қоршаған ортаның жағдайларына байланысты байланысты болады.

Электрлі күю 1-2 кВ кернеулі электро қондырғылардың тоқ жүретін бөліктермен дененің контактісі жерінде терінің күюі деп аталады. Электрлі таңбалар — тоқтың әсерінен пайда болған адамның терісіндегі сүр түсті дақтар, жаралар. Терінің металдануы - электрлік доғалар және электролитте балқытылған электролизді ванна әсерінен балқыған металдың майда бөлшектері терінің жоғарғы қабаттарына енуін айтады. Терінің жараланған жері бұдырланып, қатты және соған сәйкес түске боялады. Электроофтальгия - электр тоқтың әсерінен бұлшық еттердің қысқарулары нәтижесінде көздің сыртқы қабатының ісінуі.

Кернеу жүйесіне қосылған электр қондырғылармен жұмыс істеу кезінде электр тоғынан жарақат алу қауіпінен қорғану үшін жалпы және жеке қорғану құралдарын қолдану қажет. Жалпы қорғану құралдары деп қоршаулар, жерге қосулар нольге қосу және электроқондырғылардың корпустарын өшіру, қауіпті жерлерде ілінетін ескерту плакаттары және т.б.

Изоляцияның жоғарғы деңгейлі күйі — қауіпсіздіктің негізгі талаптарының бірі. Изоляцияның тағайындалуы — сымдардың қыстқа тұйықталуларын және өрттердің пайда болуын алдын алу үшін. Изоляцияның кедергісі жүйеде кернеуді белгілейтін саннан мың есе көбейтілген болуы қажет, бірақ 0,5 МОм- нан кем болмауы керек.

Электр қондырғылардың тоқ жүретін қорғалмаған бөліктерінің барлығы (сымдар, шиналар, рубильниктер және т.б.) қоршауға алынуы қажет.

4 Экономика

4.1 Түйін

Қазіргі таңда қозғалама байланыс қажет ететін абонент саны өсіп келуде. Жалпы, ақпаратты тарату негізінде жаңа технологияларды және қазіргі заманауи әлемдік стандарттарға жауап беретін құрылғыларға ауысу ең маңызды болып табылады.

LTE - ғаламтор қолданушыларды жоғары жылдамдықты ғаламтормен қамтамасыз ететін мобильді ғаламтордың төртінші кезеңі. LTE технологиясы мәліметтерді алдынғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен таралуына мүмкіндік береді. Теория жүзінде қабылдауға 326 Мбит/с, таратуға 178 Мбит/с өткізу қабілеті тән. Бүгінгі таңда ғаламторды пайдаланушылар саны анағұрлым артуда.

Байланыс желі аумағы уақыт өте келе арта түсетіндіктен, қозғалмалы байланыс әртүрлі жоғары жылдамдықты жаңа стандарттарын ұйымдастыруға байланысты жаңа мүмкіндіктер ашылады:

– халықты байланыс жүйесімен қамтамасыз ету;
– қосымша жұмыс орындарын ұйымдастыру;
– нақты топтардың сұраныстарын қамтамасыз ету.

Жобада LTE технологиясының көмегімен абоненттердің қозғалмалы байланысынын ұйымдастыру қарастырылады.

Бизнес–жоспардың мақсаты – жалпы капиталдық қаржыларды, жылдық эксплуатациялық шығын–кірістерді, күтілетін пайданы анықтау арқылы желі орнатудың экономикалық пайдасын және өтімділік мерзімін есептеу.

LTE технологиясы ақпаратты тарату кезінде аса жоғары жылдамдықпен және жоғары сапалы жұмыс жасауымен ерекшеленеді. Бұл бизнес–жоспар кәсіпорын үшін, тіпті бәсекелестерге де ашық қызмет аясында тиімді түрде жұмыс істей алуын қарастырады. Бизнес – жоспар барысында жалпы капиталдық шығын 20576800 теңгені құрады, бір жылдық табыс көлемі 36 181 240 теңгені, эксплуатациялық шығындар 22552634 теңгені және амортизациялық аударма мөлшері 514420 теңгені құрайды. Яғни, байланыс түйінін ұйымдастыруға жұмсалған қаржы құралдарын кәсіпорын 2,2 жылда қайтара алады.

4.2 Компания және сала

Қазіргі уақытта ҚР телекомиуникация нарығы қарқынды дамуда және сонымен қатар ақпарат тасмалдаушы жүйе нарығы да қарқынды түрде дамып жатыр. Ең тез дамып жатқан Ғаламтор желісіне қатынас құруды қамтамасыз ететін қызметтер. Осы телекоммуникация секторы қаражатты салуға қызушылықты тудырады, өйткені жаңа ақпараттық қоғамдастықтың үлкен жылдамдықты, ал соңғы кезде мобильді жүйелерге қажеттілік тез өсіп кетті.Төртінші ұрпақты жүйелердің көмегімен ақпаратты тасымалдау,

ғаламтор желісіне қомылу, телефония, видеотасмалдау және реалды уақыт кеңейтімінде телекескінді, әр түрлі ұйымдақ нұсқаудағы мульдимедияла ақпаратты тасымалдаудың кеңжолақты қызметін қамтамассыз етуді болжайды. Ғаламторға мобильді кеңжолақты ену әдісін мынадай мобильді байланыстың 4 – ұрпақ өкілдерінің бірі LTE болғандықтан оның кез келген тұрғыдан қарағанда мобильді байланыстың ең сапалы әрі жылдам қызметтерін көрсетері хақ. Жоғарыдағы суреттен мобильді трафиктің ең көп тұтынушылары ноутбук, компьютер, планшетке тиісті екенін көреміз. Бұл LTE желісінің болашағының жарқын екендігінің бірден бір дәлелі болса керек.

LTE технологиясын жасаудағы мақсат:

– жоғары жылдамдықты ұялы байланыстың мүмкіндіктерін арттыру;
– құжат алмасу бағасын арзандату;
– құжат алмасудағы ғаламтор жылдамдығын арттыру;
– қолданыстағы жүйені жақсарту;
– қолжетімді бағада басқа да қызметтерді ұсыну.

4.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу

Жобаланатын желі базасында тұтынушыларға бірегей сервис түрін бере алады. Оның құрамына жоғары сападағы дауыс, ақпарат тарату және ең соңғы ұрпақтың телематикалық қызметі кіреді.

Көрсетілетін қызметтер:

– Ұялы телефондар арқылы бейнеқоңырау шалу;
– Ұялы телефондарға арналған теледидардың іске қосылуы;
– Интерактивті ойын, жерсерікті картаның жылдам ашу, жаңалықтардан бастап фильмдерге дейінгі қарау
– Ноутбуктар мен нетбуктарда HD форматындағы әндер мен бейне таспаларды жоғары жылдамдықты ғаламтордан жүктеуге болады.

4.4 Нарықтық өтімді талдау. Нарық қызметтерін зерттеу

Берілетін қызметтерді нарық жүйесі негізінде жүзеге асыру үшін бәсекелестер арасында қосымша мүмкіндіктер болатын сатуды қызықтыру айла – тәсілдерін ойлап тапқан жөн. Оның кейбіреуін қарастырайық:

– фирмалардың өз жұмысшыларының қызметтерін өзіне қолайлы жағдайда төлеу;
– тұрақты клиенттерге берілеті жеңілдікте (немесе тегін көрсетілетін қосымша қызметтер).

Сатуды қызықтыратын қызметтердің маңызды факторы ретінде фирманың жұмыс ұжымын қызықтыру болып табылады.

4.5 Менеджмент

Компанияның болжаған өсу стратегиясы жаңа технологиялар еңгізумен, қызмет көрсету спектрі шамасын өсіру болып келеді. Бұл мақсатқа жеткенге кейін компания желі сыйымдылығын өсіріп, қазақстандықтардың қозғалмалы байланысқа деген талаптары түгелдей орындауға дайын болады [21].

LTE желісін ұйымдастыруды жүзеге асыру үшін талап етілетін құрал–жабдықтар мен олардың бағалары 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 Кесте – Талап етілетін құрал–жабдықтар және олардың бағалары

Жабдық атауы	Саны	Бағасы, мың теңге	Жалпы бағасы, мың теңге
Базалық стансия Alcatel– Lucent 700 LTE	2	1800	3600
Базалық станция мұнарасы	2	1000	2000
OmniStackLS 6224 коммутаторы	1	900	900
Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы	1	1500	1500
ASR 5000 PCS3 мультисервисті платформасы	1	5500	5500
Tuncmatik Lite қоректену көзі	2	60.0	180
Барлығы			14220

4.6 Маркетинг стратегиясы

Нарықтағы кәсіпорын маркетингінің стратегия басты мақсаты мен тапсырмалары:

– нарықтта орташа сегменттері үшін экономикалық жағынан тиімді шешімнің пайда болуы;

– қабылдау – таратушы құрылғы сыйымдылығының өсуі арқылы несиеленетін жиілік диапазонын максималды түрде қолдану;

4.7 Қаражат жоспары

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс – монтаждау шығындары кіреді [18].

Жалпы капиталдық шығынды есептейміз:

$$K_{\Sigma} = K_0 + +K_{CM} + K_{тр} + K_{проек}, \text{ теңге,} \quad (4.1)$$

мұндағы: Ко – жабдықтарды сатып алу шығыны;

Кс.м – монтажға жұмсалатын шығын;

Ктр – көлік шығыны;

Кпроек. – жобалау шығыны;

4.2 Кесте – Жабдыққа кететін капиталды салым

Шығын атауы	Бағасы, тг.
Жабдық бағасы, (Ко)	14220000
Көлік шығыны, (Ктр, жабдық бағасының 5пайызын құрайды)	711000
Монтажға жұмсалатын шығын, (Км, жабдық бағасының 12 пайызын құрайды)	1706400
Барлығы	2417400
Ескерілмеген шығын (10 пайыз)	241740
Жалпы салым	16637400

4.3 Кесте – Жұмыс орнының ұйымдастыру үшін кететін шығын

Атауы	Бағасы, мың Тенге	Саны	Бағасы, мың тенге
Компьютер (стац.)	75	2	150
Ноутбук	100	1	100
Офистік үстелдер	10	2	20
Принтер, ксерокс, Сканер	20	1	20
Орындықтар	3,5	2	7
Шкаф	3,5	1	3,5
Барлығы			300,5
Ескерілмеген шығын (10 пайыз)			30.05
Жалпы салым			330,55

4.4 Кесте – Капиталды салым

Салымдар атауы	Бағасы, тг.
Жабдыққа, монтажға және тасымалдауға салынатын салым	16637400
Жұмыс орнының жабдықтарына салынатын салым	330550
Барлығы	16965250

Капиталдық шығын:

К=16637400+330550=16965250 теңге.

4.8 Табысты есептеу

Негізгі іс – қызметтерінен алынатын табыс – кәсіпорындардың байланыс қызметтерінен қолданылып жүрген бағалармен алынған табыс көлемі.

$$D_0 = \frac{n}{q_{i\,i=1}} \cdot U_i, \qquad (4.2)$$

мұндағы: q_i – натуралды түрдегіі – түрлі қызмет көлемі;

U_i – i – түрлі қызмет бағасы, (теңге);

n – қызметтер номенклатурасы немесе орташа табыс таксасы бойынша табылады;

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} q_{\text{исх пл}} \cdot \tau_{T_i}, \qquad (4.3)$$

мұндағы: n – қызмет номенклатурасы;

$q_{\text{исх пл}}$ – түрлі шығыстық ақылы алмасу;

τ_{T_i} – түрлі байланыс қызметінің орташа табыс таксасы.

Алматы қаласының белгілі бір ауданының тұрғын саны – 11287 адам.

Жобаланып жатқан желідегі ғаламторға USB–LTE модемі арқылы қосылатын абоненттердің санын анықтайық, ($N_{аб.инт}$):

$N_{аб.инт}$ = 11287 x 0,2 =2257,4 (адам).

Бұл 2257,4 жанұя бар екендігін білдіреді, егерде әр жанұяда бес адамнан құралған деп санасақ.

Егер сол жанұялардың 25 пайызы бір USB–LTE модемі сатып алынатын болса, онда $N_{аб.инт}$ абоненттер саны келесідей анықталады:

$N_{аб.инт}$ = 2257.4/4 = 564 (абонент).

USB–LTE модемдері арқылы ғаламторға кіру қызметінің болжалды тарифтік жоспары 4.5 кестеде көрсетілген.

4.5 Кесте – Болжалды тарифтік жоспарлар және олардың құны

Тариф тік жоспар	Қосылу жылдамдығы	Тариф құны, тенге/айы на	Шек	Абонеттер үлесі, №аб.инт, %	Ғаламтор пайдалан–р саны
T1	10 Мбит/с дейін	2500	–	25	100
T2	20 Мбит/с дейін	2900	–	30	100
T3	30 Мбит/с дейін	3900	30 Гб	30	145
T4	50 Мбит/с дейін	4500	50 Гб	15	150

USB–LTE модемі арқылы ғаламторға қосылу қызметі қосынды табыс көлемі келесідей формуламен анықталады (D_1):

$$D_1 = \underset{i=1}{\overset{n}{}} \cdot T_1 \cdot N_1 \cdot 12, \qquad (4.4)$$

мұндағы:T_i – тарифтік жоспар құны;

N_i – ағымдағы тарифке қосылған абоненттер саны.

D_1 = [2500·100+2900·100+3900·145+4500·150]·12=1780500 (тенге).

USB–LTE модемдерінің сатылымы бойынша түсетін табыс көлемі келесі формула бойынша анықталады, (D_2):

$$D_2 = N_{аб.инт} \cdot (Z_п - Z_з), \qquad (4.5)$$

мұндағы: Z_n – USB – LTE модемінің сатылымдағы құны, $Z_п$ =5000тенге;

$Z_з$ – USB–LTE модемінің өзіндік құны, $Z_з$ = 2500 тенге;

D_2 = 564Ч(5000 – 2500) = 1410000 (тенге).

Енді мобильді терминал арқылы дауыстық байланыс қызметі, SMS, MMS және ғаламторға қосылу бойынша түсетін табыстарды есептейміз.

Мобильді байланыс қызметі бойынша болжалды қызмет көрсету құны 4.6 кестеде көрсетілген.

4.6 Кесте – Мобильді байланыс қызметі бойынша болжамды қызмет көрсету құны

Қызмет түрі	Төлем мөлшері, тенге
Кіріс қоңыраулардың 1минуты	К0=7
Басқа операторларға шығыс қоңыраулардың 1 минуты	К1 = 11
Қалалық нөмірлерге шығыс қоңыраулардың 1 минуты	К2 = 11
1 SMS, MMS	К3 = 7
1 МБ трафика	К4 = 1

Мобильді байланыс қызметі бойынша қосынды табыс (D_3) келесі формуламен анықталады:

$$D_3 = [K_0 \cdot 75 + K_1 \cdot 60 + K_2 \cdot 15 + K_3 \cdot 15 + K_4 \cdot 10] \cdot N_{аб.моб} \cdot 12 \qquad (4.6)$$

D_3 = [7·75+11·60+11·15+7·15+1·10]·1978·12=34773240 (тенге).

LTE желісі бойынша жалпы тарифтік табыстар көлемі келесі формуламен анықталадые:

$$D_{жалпы} = D_1 + D_2 + D_3, \qquad (4.7)$$

$D_{жалпы}$ = 1780500+ 1410000 + 34773240 = 37963740 (тенге).

4.9 Пайдалану шығындары

LTE – ғаламтор қолданушыларды жоғары жылдамдықты ғаламтормен қамтамасыз ететін мобильді ғаламтордың төртінші кезеңі.

4.7 Кесте – Жұмыс ұжымы туралы мәлімет

Қызмет түрі	Қызметшілер саны	Айлық,тг.	Барлығы,тг.
Абоненттік қызмет	2	70000	1400001
Инженер	1	100000	100000
Трансмиссия–инженері	1	100000	100000
Инженер eNodeB	1	75000	75000
Жобалау–инженері	1	125000	125000
Электромонтер	1	75000	75000
Барлығы			615000

Эксплуатацияға кететін шығындар мына формула бойынша анықталады:

$$\sum Э = ЕБҚ + Ә_с + М + Э_{энер} + А + К + Y, \text{ теңге} \quad (4.8)$$

мұндағы: ЕБҚ – еңбекті бағалу қоры;

$Ә_с$ – әлеуметтік салық;

М – заттар қосалқы бөлшектер шығыны (бұлар капиталды шығындардың 0,5% – ын құрайды);

$Э_{энер}$ – энергия шығыны

К – кредиттер;

Y – үстеме шығыны (бұған көлік шығыны, әкімшілік, шаруашылық, мамандар дайындау, кеңсе шығындары жатады), өзіндік құнның 75%–ға дейін болады [19].

Еңбекті бағалау қорын анықтау:

$$ЕБҚ = ЕБҚ_{нег} + ЕБҚ_{қос}, \text{ теңге} \quad (4.9)$$

мұндағы: $ЕБҚ_{нег} = ЕА \cdot 12$– негізгі еңбекті бағалау қоры;

$ЕБҚ_{қос} = ЕБҚ_{нег} \cdot 0,3$ – қосымша еңбекті бағалау қоры.

Жұмысшының орташа еңбек ақысы 60 000 теңгені

Сәйкесінше жылдық негізгі еңбек ақы:

$ЕБҚ_{нег} = 615000 \cdot 12 = 7380000$, теңге

Қосымша еңбекті бағалау қоры:

$ЕБҚ_{қос}=7380000 \cdot 0,3=2214000$,теңге

Сондағы еңбекті бағалау қоры:

ЕБҚ =7380000+ 2214000 = 9 594 000, теңге.

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

$$Ә_с = 0.11 \cdot (ЕБҚ – ЗҚ), \text{ теңге}, \quad (4.10)$$

мұндағы: ЗҚ – зейнетақы қоры

Зейнетақы қоры еңбекті бағалау қорының 10% құрайды:

$$ЗҚ = 0.1 \cdot ЕБҚ, \text{ теңге} \quad (4.11)$$

$ЗҚ = 0.1 \cdot 9\ 594\ 000 = 959400$, теңге

Әлеуметтік салықты есептеймін:

$Ә_с = 0.11 \cdot (9\ 594000– 959400) = 949806$, теңге

М – заттар, қосалқы бөлшектер шығыны капиталды шығындардың 0,5% құрайды:

$M = 0,005 \cdot 16965250 = 848226$ теңге

Электр энергия шығындары $Э_н$, теңге, келесі формуламен анықталады:

$$Э_Н = \sum (20 \cdot W), \quad (4.12)$$

мұндағы: 20 – бір кВТ/сағат бағасы;

W–кВт/сағат – өндірістік электр энергия шығыны.

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

$$A = \frac{H_A \cdot \sum K}{100\%}, \qquad (4.13)$$

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} = \frac{25 \cdot 65250}{100} = 1631250 \text{ теңге}$$

4.8 Кесте –Электр энергияға кететін шығын

Құрылғы	Саны	Қуаты, кВт	Мерзімі	1кВт/сағ эл.энергия	Пайд. эл.энергия құны
Базалық станция	2	0,145	8760	20	76212
Коммутатор	1	0,55			96359
Маршрутизатор	1	0,95			166440
ИБЭП– 220/48(60)–60 қоректену көзі	2	1,2			157680
Cisco ASR 5000 PCS3 мультисервисі	1	1			175203
Барлығы					671893

Үстемелік шығындарды $Н_Ш$, таппас бұрын шығындарды табамыз:

$$Н_Ш = Э_Н + М + А + ЕБҚ + Ә_С, \qquad (4.14)$$

$Н_Ш$ = 671893 + 848226 + 1631250+ 9 594 000+ 949806 =13695175

Үстемелік шығындарды Y, теңге, есептеймін:

$$Y = 0,75 \cdot Н_Ш \qquad (4.15)$$

Y = 0,75·13695179= 10271384 теңге

∑Э =9594000+848226+1631250+414558+949806+10271384=23709224

4.9 Кесте – Эксплуатациялық шығындар

Көрсеткіштер атауы	1 жылдық мөлшері, теңге
Еңбекті бағалау қоры (ЕБҚ)	9594000
Материалдар және қосымша бөлшектер	848226
Амортизациялық аударма мөлшері	1631250
Электр энергияға шығыны	414558
Әлеуметтік салық	949806
Үстемелік шығындар	10271384
Барлығы	23709224

Жоғарыдағы кестеде желіні ұйымдастыруға кететін эксплуатациялық шығындар бір жылдық мөлшері көрсетілген.

4.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу

Байланыс кәсіпорындарының дамуын, кеңейтуін және қайта құруын бітіру жұмыстарын көрсетіп жазарда төменгі экономиканың тиімділік көрсеткіштері есептелінеді [20].

Капиталдық салымның нормативті қайтарылу мерзімі қанша мерзімде (жылда) жұмсалынған қаржы тапқан пайдамен толығымен салыстыру тиімділігінің нормативті мәніне сәйкес қайтарылатынын көрсетеді. Қазіргі кезде тиімділіктің белгіленген ормативі жоқ, байланыс операторлары экономикалық жағдайға байланысты ормативі өздері белгілейді.

Осы жобаны салықсыз ұйымдастырудан түсетін пайда,теңге:

$$П= Д – Э_{шығ}, \quad (4.16)$$

мұндағы: Д – негізгі істерден алынатын табыс, теңге;

$Э_{шығ}$ – эксплуатационды шығындар, теңге.

П = 36181240 – 22552634=13628606 теңге.

Пайдадан 20% корпоративті салық алынып тасталады, яғни таза пайда, теңге:

ТП =ПЧ0,8 =10902884,8 теңге.

Желінің экономикалық тиімділігі мынаны құрайды:

$$Е =ТП/К, \quad (4.17)$$

Е = 10902884,8\16965250= 0,64.

Капиталдық салымның қайтарылу мерзімі жалпы тиімділік коэффициентіне керісінше көрсетілген көрсеткіш болады:

Т=1/Е= 1/0,64 = 1.5 жыл,

мұндағы: Е – абсолютті экономикалық тиімділік;

Т – капиталдық салымның қайтарылу мерзімі.

4.10 Кесте – 4G (LTE) желісінің жобасын ұйымдастырудың экономикалық тиімділігі

Көрсеткіштер аты	Мәні
Капиталдық шығын, теңге	16965250
Эксплуатациялық шығындар,теңге	22552634
Негізгі істерден алынатын табыс, теңге	36181240
Пайда, теңге	13628606
Таза пайда, теңге	9540024,2
Абсолютті экономикалық тиімділік	0,46
Капиталдық салымның қайтарылу мерзімі (жыл)	1.5

Қорытынды

Менің дипломдық жоба негізінде LTE технологиясының көмегіменұялы байланыс орнатуды қарастырдым. Алматы қаласында БС орнатылады, яғни антенна, ал антена астында 1 бөлмеде құрылғы орнатылады. LTE технологиясын жасаудағы мақсат:

– жоғары жылдамдықты ұялы байланыстың мүмкіндіктерін арттыру; - құжат алмасу бағасын арзандату;

– құжат алмасудағы ғаламтор жылдамдығын арттыру; - қолданыстағы жүйені жақсарту;

– қолжетімді бағада басқа да қызметтерді ұсыну.

Жұмыс барысында Alcatel – Lucent 700 LTE базалық стансиясын, OmniStackLS 6224 қосқышы және Alcatel – Lucent 750 SR қолдана маршрутизатордарын отырып жұмысты жобаладық. Есептеу бөлімінде Окомура Хата эмпирикалық үлгісін қолдана отырып байланыс қашықтығын есептедім. Бизнес – жоспарымның барысында – жалпы капиталдық қаржыларды, жылдық эксплуатациялық шығын–кірістерді, күтілетін пайданы анықтау арқылы желі орнатудың экономикалық пайдасын және өтімділік мерзімін есептедім. LTE технологиясы ақпаратты тарату кезінде аса жоғары жылдамдықпен және жоғары сапалы жұмыс жасауымен ерекшеленді. Бұл бизнес – жоспар кәсіпорын үшін, тіпті бәсекелестерге де ашық қызмет аясында тиімді түрде жұмыс істей алуын көрсетеді.

Жобада LTE технологиясының көмегімен абоненттердің қозғалмалы байланысынын ұйымдастыру қарастырылды.

4G – ұялы байланыста қолданылатын технологияның ұрпағы. Оның көмегімен қолданушылар жоғары сапалы ұялы байланыс пен жоғары жылдамдықтағы мобильді ғаламторға қол жеткізіп, әрдайым байланыста болу мүмкіндігіне ие болады.

Қысқартылған сөздер

LTE (Long Term Evolution) – ұзақ уақытты даму
BTS – базалық станция
BSC – базалық станция контроллері
CIR – кепілденген өткізу жолағы
MSC – коммутациялық орталық
MS – мобильдік станция
MIR – максималды тарату жылдамдығы PSU
(Power Supply Unit) – қоректену блогы SU
(Subscriber Unit) – абоненттік терминал АТ –
абоненттік терминал
БС – базалық станция
ЖС – жылжымалы станция
МРЕЖ – максималды рұқсат етілген жоғалтулар
ТЭИСҚ – таратқыштың эквивалентті изотроптық сәулелену қуаты

Әдебиеттер тізімі

1 В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, В.И. Дмитриев. Системы мобильной связи / СПб ГУТ. – СПб, 2012. – 330 с.

2 Карташевский В.Г. и др. Сети подвижной связи. – М.: ЭКО–ТРЕНДЗ, 2013. – 250 с.

3 Печаткин А. В. Системы мобильной связи. Часть 1.– Рыбинск: РГАТА, 2014.- 380 с.

4 Варукина Л.И. Планирование сетей LTE, технические предпосылки объединения операторов. М.: 2012.- 260 с.

5 Баева Н.Н, Многоарнаьная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов. – М.:Радио и связь, 2013 - 420 с.

6 Бабков В.Ю Общие подходы к задачам планирования и оптимизации 2G – 4G сетей подвижной связи, С–П, 2014. - 310 с.

7 Гельгор А.Л, Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие,— С. : Изд–во Политехн. ун–та, 2015. — 204 с.

8 Варукина Л.И. Производительность сети TD–LTE в сравнении с WiMAX. М.: 2014. -256 с.

9 Мясковский Г.М. Системы производственной радиосвязи: Справочник. – М.: Связь, 2015. -140 с.

10 Коньшин С.В., Сабдыкеева Г.Г. Теоретические основы систем связи с подвижными объектами: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2012.- 400 с.

11 Андрианов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб.: БХВ Петербург Арлит, 2013.- 266с.

12 Волков А. Н, Рыжков А. Е, Сиверс М. А. UMTS. Стандарт сотовой связи третьего поколения — С. : Издательство “Линк”, 214.—224 с.

13 Макаров С. Б, Певцов Н. В, Попов Е. А, Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM. —М.: Издательский центр “Академия”, 2015.—256 с.

14 Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия 4G. – М.: Техносфера, 2014. -472 с.

15 Самуйков К.Е., Сопин Э.С. К анализу методов балансировки нагрузки несущей в системах LTE-Advanced//«Инфокоммуникационно-управленческие сети. Расчет и оптимизация систем связи».М.: – 2012.

16 Спивак Г.И. Шепелев А.Г. Электробезопасность на предприятиях связи.– М. Радио и связь. М. Энергоатомиздат, 2015. – 448с.

17 Алибаева С.А., Методические указания к экономической части дипломного проекта для специальности (для всех форм обучения, направление 652400 – радиоэлектроника и телекоммуникации).– Алматы. АИЭС. 2015. - 330 с.

18 Баклашов Г.Д, Под ред. А.Р., Охрана труда на предприятиях связи: Учебник. Естественное и искусственное освещение. Часть 4. Козловского. – А.:2014. – 123с.

19 Хакимжанов Т.Е, Сборник задач по охране труда и безопасности

жизнедеятельности. – Алматы: Эверо, 2012. -188 с.

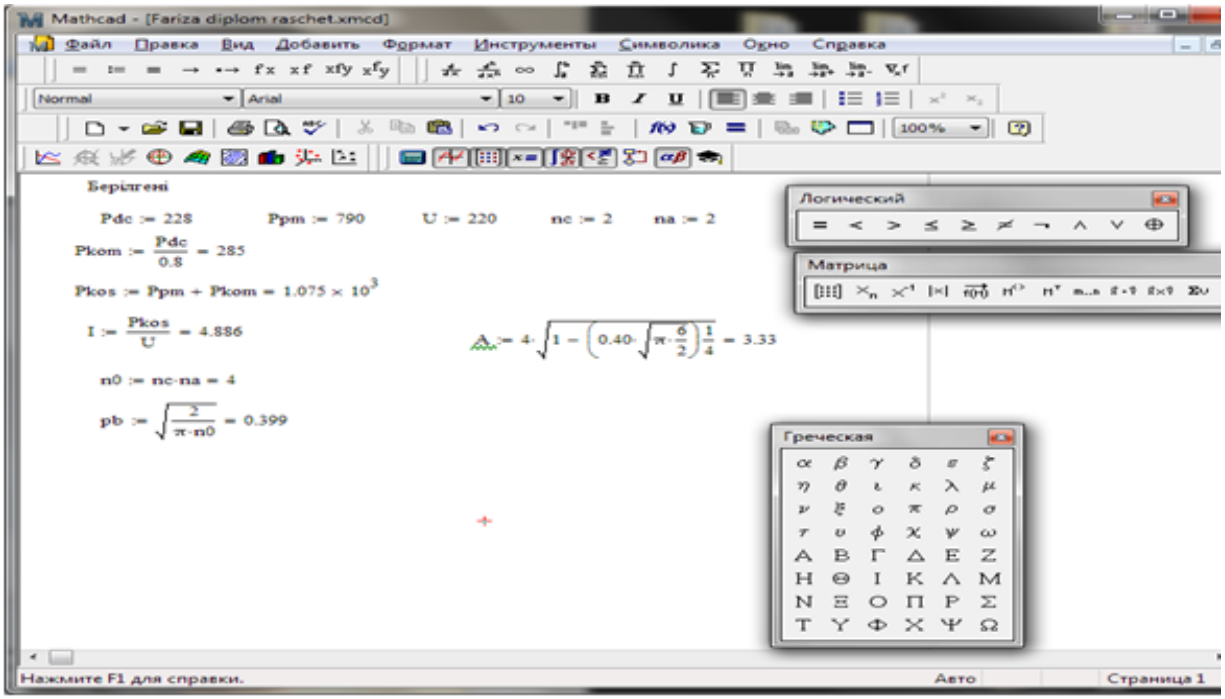
20 Базылов Қ.Б., Алибаева С.А., Нурмагамбетова С. С. Бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. – Алматы, 2015. - 330 с.

21 http://ngconnect.org/

21 http://www.alcatel–lucent.com/lte

22 http.//www.altel4G.kz

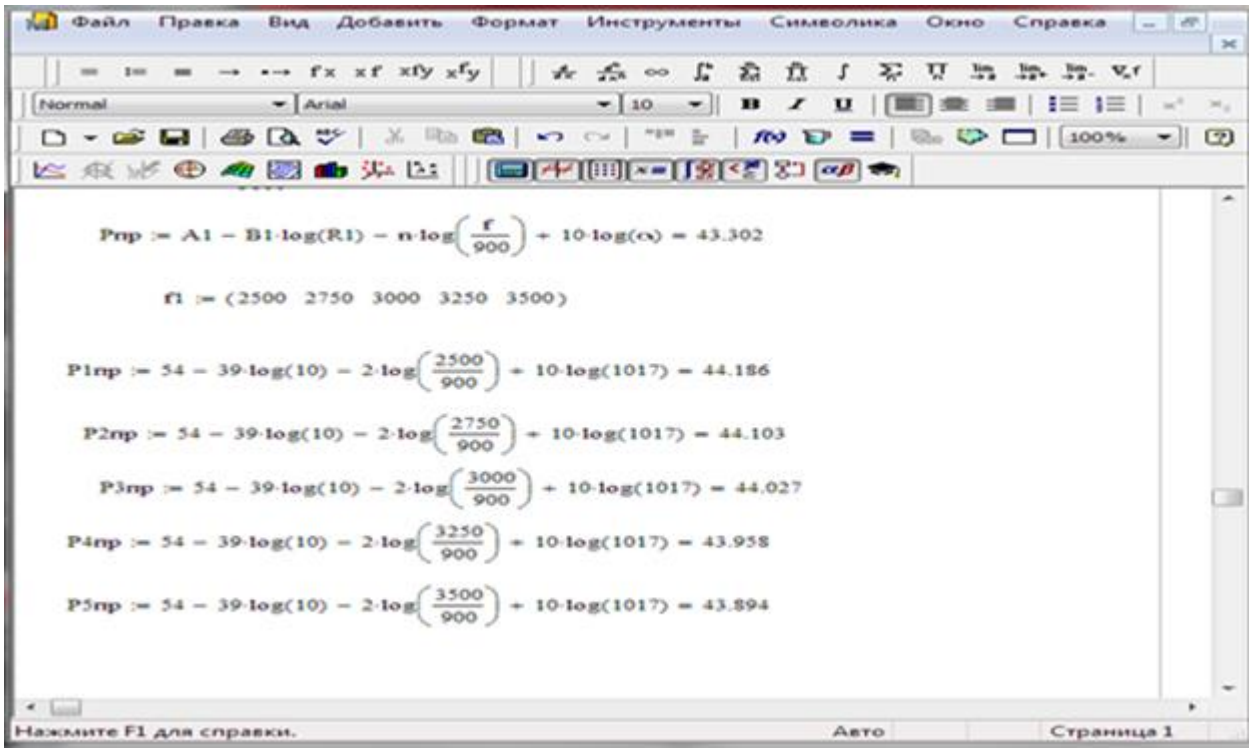
А Қосымшасы
Қабылданатын дабыл қуатын есептеу



А.1 Сурет – Қабылданатын дабыл қуатын есептеу

Ә Қосымша

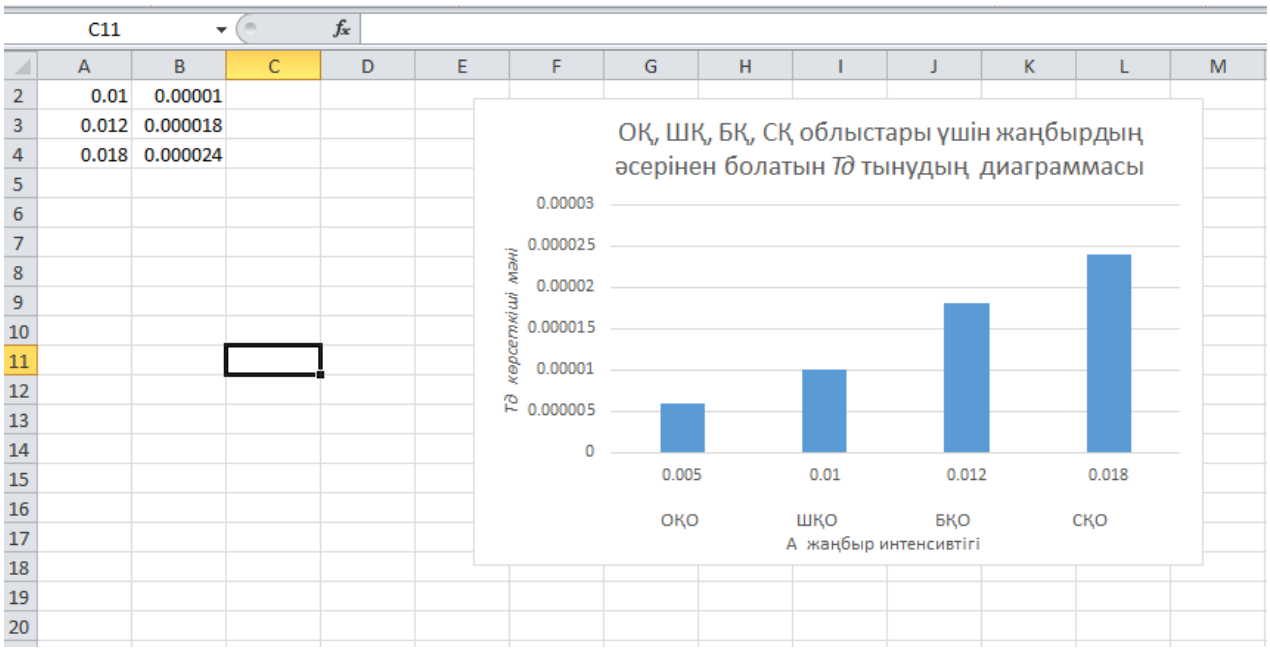
Жиілікті өзгерте отырып қала үшін таратқыш қуатын есептеу



Ә.1 Сурет – Жиілікті өзгерте отырып қала үшін таратқыш қуатын есептеу

Б Қосымша

Қазақстан аймақтары үшін жаңбырдың әсерінен тыңу диаграммасы



Б.1 Сурет – Қазақстан аймақтары үшін жаңбырдың әсерінен тыңу диаграммасы