ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі _____Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: LTE жүйесінің базалық станцияларының қамту аударын теориялық сандық негізде жоспарлау
Мамандығы 5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған Алдаберген Бақберген Әбдіманатұлы Тобы РЭТ(МТС)к-16-2
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі ф.м.ғ.к, доцент Хизирова Мухаббат Абдисаттаровна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
проффессор Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
ф.м.ғ.к, доцент Хизирова Мухаббат Абдисаттаровна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: аға оқытушы Накисбеков Балауса Рыскожаевна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты

Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

Мамандығы 5В071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Алдаберген Бақберген Әбдіманатұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы «LTE жүйесінің базалық станцияларының қамту аударын теориялық сандық негізде жоспарлау»

2019 ж. «11» 11 № 147 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_____»_____202___ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):
Жұмыс жиілігінің диапазоны 880–915 МГц и 925–960 МГц
873–880 МГц и 918–925 МГц
Электр қуатын беру 918-925 МГц: 2 х 60 Вт
$\Delta f_{\sum}$ - желіні пайдалану үшін бөлінген және 71 МГц
Зерделі ықшам ауданында тұрғындарының саны 32647 адамды құрайды

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе
1. LTE негізгі сипаттамалары
2. LTE желісін жоспарлау және жобалау
3. Есептік бөлім
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі
5. Бизнес план
Корытынды

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:
SAE желісінің архитектурасы
Базалық станцияның жалпы көрінісі
Станцияға оптикалық талшықты тарту
Huawei DBS 3900 платформасының архитектурасы

Шекті рұқсат етілген шығындарды есептеу принципі
Зерделі микроорионында ұсынылған LTE желісін жобалау жоспары

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Агатаева Б.Б., Сарженко Л.И. Конспект лекции для специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций для студентов всех форм обучения. – Алматы: АУЭС, 2013. – 60 с.
2. Планирование систем мобильной связи: учебное пособие / Г.А. Фокин, В.Ю. Бабков; СПбГУТ. – СПб., 2017. – 183 с
3. Агатаева Б.Б., Сарженко Л.И. Конспект лекции для специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций для студентов всех форм обучения. – Алматы: АУЭС, 2013. – 60 с.
4. Планирование систем мобильной связи: учебное пособие / Г.А. Фокин, В.Ю. Бабков; СПбГУТ. – СПб., 2017. – 183 с.
5. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с.

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	06.05.2020	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	14.05.2020	
Негізгі бөлім	Хизирова М.А.	01.05.2020	
Есептеу техникасы	Хизирова М.А.	01.06.2020	
Нормабақылау	Накисбекова Б.Р.	18,06,2020	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылымижетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	10.02. 2020ж.	
2. LTE технология негізгі сипаттамалары	10.02. 2020ж.	
3. Технологияны таңдау	10.02. 2020ж.	
4. LTE базалық станция жабдықтарын талдау	10.04. 2020ж.	
5. LTE технологиясын қолдана отырып, сымсыз интерфейсін құру принциптері	10.04. 2020ж.	
6. LTE желілеріндегі MIMO технологиясының жалпы принциптері	10.04. 2020ж.	
7. Базалық станция антенналары	10.04. 2020ж.	
8. LTE желісін жоспарлау және жобалау	10.04. 2020ж.	
9. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	30.04. 2020ж.	
10. Есептеу бөлімі	10.05. 2020ж.	
11. Экономикалық бөлім	10.05. 2020ж.	
12. Бизнес жоспар	10.05. 2020ж.	
13. Қорытынды	20.05.2020ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «20» ақпан 2020 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Темырканова Эльвира Кадылбековна
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
Ғылыми жетекшісі_____ Хизирова Мухаббат Абдисаттарова
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Алдаберген Бақберген
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста Алматы қаласындағы Зерделі ықшам-ауданында желісіз LTE технологиясын қолдану арқылы ғаламторға қол жеткізу мүмкіндіктерінің нұсқалары қаралды. Қажетті қондырғылар мен сараптамаларда таңдау анализы жүргізілді. Негізгі станциялардың қамту аймақтарының, ең көп жүктеменің байланыс жобасының, байланыс сыйымдылығы,тарату жолындағы алымдылықтың жоғалуы және сапа бағасының параметрлерінің өлшеулері жүргізіліді. Техника-экономикалық бөлімінде күрделі жұмсалым қисынының және қанаушылық шығынының есебі жүргізілді.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрены варианты доступа к Интернету с использованием беспроводной технологии LTE в микрорайоне Зердели г. Алматы. Выборочный анализ проводился на необходимых объектах и обследованиях. Были проведены измерения зон покрытия базовых станций, схемы подключения максимальной нагрузки, пропускной способности связи, потери платы за передачу и параметров оценки качества. В технико-экономическом разделе был проведен расчет логики капитальных затрат и затрат на эксплуатацию.

Annotation

This thesis discusses options for accessing the Internet using LTE wireless technology in the Zerdel microdistrict of Almaty. Selective analysis was carried out at the necessary facilities and surveys. Measurements were made of the coverage areas of base stations, maximum load connection schemes, communication bandwidth, loss of transmission fees and quality assessment parameters. In the technical and economic section, the logic of capital costs and operating costs was calculated.

Мазмұны

Кіріспе.....8
1. LTE негізгі сипаттамалары.....10
1.1 LTE жүйесіндегі базалық станциялар 10
1.2 SAE негізгі желісінің архитектурасы.....12
1.3 LTE базалық станция жабдықтарын талдау 16
1.4 Базалық станция антенналары.....17
1.5 LTE технологиясын қолдана отырып, сымсыз интерфейсін құру принциптері.....19
1.6 LTE желілеріндегі MIMO технологиясының жалпы принциптері 21
2 LTE желісін жоспарлау және жобалау 22
2.1 Желілік модельдеудегі негізгі міндеттер.....22
2.2 LTE желісін жоспарлаудың заманауи тәсілдері.....23
2.3 2G / 3G-ден LTE-ге дейінгі байланыс желілерін жаңғыртудың болашағы 25
3 Есептеу бөлімі.....26
3.1 Болашақ абоненттік желінің құрылымын, бастапқы деректерді таңдау 26
3.2 LTE желілік жабдықты таңдау.....28
3.3 LTE жобаланған желісінің радиожиілік деңгейін бағалау 31
3.4 Радиотолқындардың мультипликациялық таралуына байланысты байланыстың нашарлауының қолайлы уақыты нормаларын тексеру 35
3.5 LTE желісінің байланыс схемасы 35
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі 40
4.1 Еңбек шартын талдау.....40
4.2 Есептеу бөлімі.....43
5 Бизнес – жоспар 50
5.1 Түйіндеме 50
5.2 Компания және сала.....50
5.3 Қаржылық жоспар.....51
5.4 Жобаның экономикалық тиімділігінің көрсеткіштерін бағалау 57
5.5 Уақыт коэффициентін ескере отырып, экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу.....58
Қорытынды.....61
Әдебиеттер тізімі.....62

Кіріспе

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының телекоммуникация желісі үлкен әлеуетке ие. Ұлттық телекоммуникациялық ақпараттық инфрақұрылымды дамытудың стратегиялық мақсаты - қазақстандық қоғамды қажетті мөлшерде және қол жетімді бағамен жоғары сапалы байланыс құралдары мен қызметтерімен қамтамасыз ету. Бұл жоғары сапалы сандық байланыс желілерін, деректерді беру желілерін, жылдамдығы жоғары факсимильді байланыс жүйелерін, деректер банктерінен мәліметтерді іздеу жүйелерін, хабарламаларды өңдеу жүйелерін, дауыстық және құжат алмасуды қамтамасыз ететін ұялы байланыс жүйелерін құруға мүмкіндік береді[1].

Кейбір аймақтардағы желілерді дамыту проблемалары, атап айтқанда, халықтың тығыздығының төмендігімен (осы көрсеткіштің аймақ бойынша кең таралуы) және капиталдық шығындардың жоғары деңгейімен байланысты. Бұл хабтар, құрылғылардың жұптық қосылуы, таңдалған жиілік диапазонын бірнеше рет қолданумен радиобайланыс жүйелері және тарату жүйелерін пайдалану сияқты техникалық құралдар мен шешімдерді қолдануды қажет етеді. Барлық осы жүйелер ұялы байланысты ұйымдастыруға бейімделуі керек. Дәстүрлі байланыс қызметтерімен қатар, республика жаңа қызмет түрлерін белсенді енгізуде: ұялы және спутниктік байланыс.

Бүгінгі таңда озық технологиялар тарихқа еніп, олардың орнына құрылғыларды біріктіруге және процестерін орталықтандыруға мүмкіндік беретін тұтынушылардың қазіргі қажеттіліктеріне сәйкес келетін басқа технологиялар алмастырылды.

Бір мысал - LTE технологиясы. LTE технологиясы өз міндетіне сәйкес келеді және деректерді берудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді, бұл ұялы желілердегі қызметтердің ауқымын арттырады және ұсыну құнын айтарлықтай төмендетеді. Өндірушілердің жоспарлары үлкен бейне және аудио файлдармен алмасуды ғана емес, сонымен қатар бейне ағындармен алмасуды және пайдаланушылардың қажеттіліктерін жүзеге асыруды да қамтиды. Өкінішке орай, бұл міндеттер әлі толық шешілмеген. Жаппай байланыс және қол жетімділік - басты міндет - ұялы байланысты үнемі дамыту.

«Beeline 4G» - бұл, ең алдымен, жаңа коммуникациялық мүмкіндіктер. LTE - жылдамдық, байланыс сапасы және ыңғайлы байланыс туралы инновациялық тұжырымдамалары бар ерекше технология. Beeline мүмкіндіктері біздің абоненттерімізге өздерінде, әлемде, қарым-қатынаста, достықта, махаббатта және басқада көптеген жаңа нәрселерді ашуға мүмкіндік береді. Технологиялар әлемін өзгерте отырып, Beeline әлемді өзгертеді, жаңа

мүмкіндіктер ашады, бұрын танылмаған эмоциялар мен сезімдер. Beeline 4G жылдамдығы мен сапасы басқа мобильді интернет-технологиялармен салыстырғанда айтарлықтай жоғары.

Барлық LTE жабдықтары пайдаланушыға тез және ыңғайлы Интернетке қосыла алатындай етіп жасалған, бұл ұялы Интернетті қолдануды бастағысы келетін барлық пайдаланушылар үшін қолайлы, бірақ әзірге бәрі қиын деп санайды. Жабдық бәрін өзі жасайды, автоматты түрде желіге өтеді. Мен осы сымсыз байланыстың жаңа дәуірі 4G буынының ең жылдам ғаламторын LTE технологиясын Зерделі ықшам ауданында дамытамын.

1 LTE негізгі сипаттамалары

1.1 LTE жүйесіндегі базалық станциялар

Біздің білуімізше, кез-келген мобильді желіні қамту - бұл базалық станциялардың көмегімен жасалған мобильді құрылым. Әрбір базалық станция желінің конфигурациясына, сыйымдылығына және белгілі бір саладағы қамту сапасына байланысты бір немесе бірнеше ұяшыққа қызмет ете алады. Базалық станцияның жабдықтарын 3 құрамдас бөлікке бөлуге болады: таратқыштар, антенна бергіштер және қосалқы жабдықтар, яғни. кондиционерлер, қуат көздері, өрт сөндіру жүйелері, қауіпсіздік жүйелері және т.б. Базалық станцияларды іске асырудың көптеген әдістері бар. Өндіріске, қуаттылыққа, пайдаланылатын стандартқа, қамту аймағына байланысты базалық станцияны 20 метрлік төсеніштері бар бөлек контейнерге, сондай-ақ жабық жабық шағын сөреге - пико ұяларына орнатуға болады. Қалалық және ауылдық аудандарды қамту үшін базалық станцияларды жүзеге асырудың ең типтік шарттарын қарастырамыз[2].

Базалық станция жабдықтарын орналастырудың ең кең таралған тәсілі - арнайы мұнара, мачта орнату, оның түбінде трансиверлік жабдыққа арналған бір, кейде бірнеше контейнерлер болады. Антенна мастурасының дизайнын орнатудың негізгі мақсаты - антенна-фидер құрылғысын орналастыру. Ол сонымен қатар радиожиілікті, бағытты немесе секторлық типті құрылысқа арналған антенналардың толық спектрін, сондай-ақ антенналарды таратушы жабдыққа қосатын фидерлерді қамтиды. Сонымен қатар, ауылдық жерлерде антенналардан басқа UCLink-LNA бағыттағы күшейткіштер қолданылады, яғни базалық станциялардың қамту аймағын кеңейте алатын шу күшейткіштері қолданылады. Сондай-ақ, егер радиорелелік байланыс желілері пайдаланылса, бағанаға көліктік жабдықты орнату қажет. Радиорелелік желі әдетте бағдарлы параболикалық антеннаны, төмен жиілікті сигналды жоғары жиілікті сигналға жоғары жиілікті сигналға түрлендіретін радио модульді және негізгі станция жабдығынан төмен жиілікті сигналды таратын жеке таратқышты немесе контейнер блогының ішіндегі жеке көлік модулін қамтиды.

Контейнер-жабдық бөлмесінде базалық станцияның үздіксіз жұмысын және қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған трансиверлер, көлік құралдары және жабдықтар бар. Транссивті жабдықтар көбінесе басқару блогын, әр түрлі антенналардан және TRX-ден алынған радио сигналын біріктіретін комбайндарды басқарады. Контейнер-жабдық бөлмесінде бірнеше жиілік диапазонында жұмыс істейтін жабдықтар, тіпті әртүрлі стандарттар мен

буындар, мысалы: 2G, 3G және 4G болуы мүмкін. Ірі елді мекендерден алыс орналасқан базалық станцияларда көбінесе базалық станция контроллеріне көлік арналарын құру үшін микротолқынды байланыс қолданылады.

Базалық станция жабдықтарының маңызды элементі электрмен жабдықтау жүйесі болып табылады. Көбінесе бұл 48 В тұрақты ток көзі, бірақ айнымалы кернеуі 220 В немесе 380 В құрайды. Сондай-ақ, ол негізгі қуат жоғалған жағдайда қайта зарядталатын батареяларға ауысады және олардың қайта зарядталуын - жаңартудан кейін қамтамасыз етеді. Базалық станцияның аппаратурасы температура мен ылғалдылықтың жұмыс мәндерін ұстап тұру жүйесімен жабдықталған. Әдетте бұл бір немесе екеуі кезекпен немесе белсенді / күту режимінде жұмыс істейтін сплит жүйесі.

Базалық станцияның қалаларда орналасуын анықтау үшін жеке кешендер сирек орнатылады, өйткені ол экономикалық тұрғыдан тиімді және үнемді. Сондықтан антенналар көбінесе тұрғын және өндірістік ғимараттар мен құрылыстарға, сондай-ақ мұржалар мен мұнара түріндегі басқа құрылымдарға орнатылады. Негізгі талап - қондырғы осындай құрылғыларды орнатуға арналған барлық гигиена стандарттарына сәйкес болуы керек. Жабдықты орнатудың бұл әдісі әдетте негізгі станцияның құрамын өзгертпейді. Контейнер бөлмесі, әдетте, шатырда немесе техникалық қабатта немесе ғимараттың бөлек бөлмесінде орналасады, антенналар мен таратқыштар көбінесе ғимарат ретінде көрінбейді, сондықтан олар көрінбейді.

Жабдықты орналастырудың контейнерленген әдісіне қосымша, көптеген өндірушілер арнайы ашық базалық станцияларды орнатуды ұсынады. Оларды орнату жеке бөлмені қажет етпейді, және барлық жабдық арнайы жылу шкафтарына орналастырылған және оларды кез-келген ыңғайлы жерге орнатуға болады, мысалы: шатыр, қабырға, шатыр және т.б. Бұл компанияның өндірістік шығындарын айтарлықтай үнемдейді. Алайда, мұндай базалық станциялардың негізгі кемшіліктері - өткізу қабілеттілігінің төмендігі және өткізу қабілетін кеңейту қиындықтары. Сондықтан олар контейнермен жабдықталған базалық станция сияқты кең таралмайды[2].

Сонымен қатар, соңғы жылдары көптеген өндірушілер тегін шешімдерді атады. Бұл жағдайда трансиверлік жабдық екіге бөлінеді: біріншісі аппараттық базалық станцияның контейнеріне орнатылады және негізгі басқару және сигналды өңдеу блогы ретінде қызмет етеді, сонымен қатар базалық станция контроллерімен интерфейсті қамтамасыз етеді. Екінші бөлік антенналардың жанында орнатылады және басқару блогынан берілетін сигналды антенналарға берілетін жоғары жиілікті радио сигналға айналдырады. Екі бөлік те әдетте оптикалық патч сымымен немесе әдетте

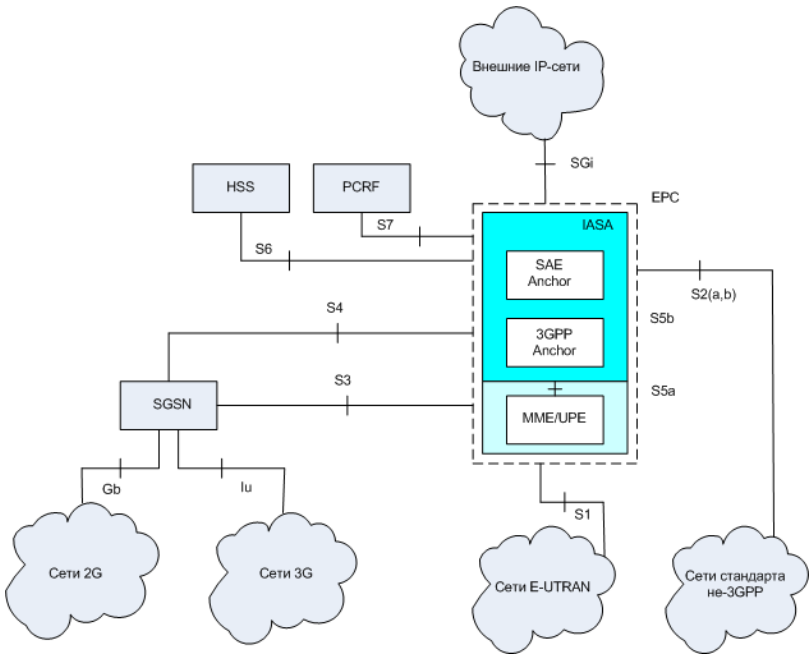
бұралған жұппен қолданылады. Сонымен қатар, сенсордың ұзындығына үнемдеу ондаған есе көп болуы мүмкін, бұл тозуды едәуір азайтады және орнатуды жеңілдетеді. Мұндай схема әсіресе үшінші буын базалық станцияларын жүзеге асыру үшін жиі кездеседі.

1.2 SAE негізгі желісінің архитектурасы

SAE негізгі желісінің архитектурасы жоғары жылдамдықты деректерді алу, төмен кідірістерді қамтамасыз ету, сондай-ақ, түрлі радиоқатынау технологиялары негізінде деректерді беруді оңтайландыру бағытында 3G желілерін одан әрі дамытуға мүмкіндік береді. SAE негізгі желісі мен UMTS негізгі желісінің негізгі айырмашылығы - жеңілдетілген құрылым және желілік хаттаманың телнұсқаларының қайталанбауы[3].

SAE желісінің негізгі архитектурасы LTE жүйесінің PS домені болып табылады, ол пакеттік деректерді ауыстыру технологиясына негізделген дауыстық қызметтерді де, IP қызметтерінің барлық түрлерін де ұсынады. SAE желілік архитектурасының бірінші нұсқасы 3GPP TS 22.978 Техникалық жүйенің Evolution Evolution-де ұсынылған. SAE негізгі желісін құрудың негізі «барлық IP бойынша» түсінігі және SAE ядро желісіне қол жеткізуге екінші буынның, үшінші буынның радио қол жеткізу желілері және 3GPP жобасында стандартталмаған еуропалық емес технологиялық қол жетімділік желілері арқылы қол жеткізуге болатындығы, мысалы, желілер. IEEE: Wi-Fi, WiMAX, сондай-ақ сымды IP технологияларын қолданатын желілер арқылы.

Сыртқы желіге интерфейсі бар SAE негізгі желісінің анықтамалық архитектурасы 1.1 суретте көрсетілген. осы архитектураға сәйкес UMTS желісінің SGSN басқару жазықтығының протоколдық функциялары MME ұтқырлығын басқару элементінің функциясына айналады. E-ULTRAN желісінің eNB базалық станциясымен орындалмайтын RNC контроллерінің функциялары және SGSN және GGSN түйіндерінің пайдаланушы жазықтық хаттамаларының функциялары UPE модулімен және SAE желісінің 3GPP Anchor шлюзімен байланыстырады. Бұл түйін 2G / 3G желілерін LTE желісіне қосуға арналған. SAE сонымен қатар SAE желісіне 3GPP және 3GPP емес стандартты желілерді қосу үшін қызмет ететін SAE Anchor шлюзінің байланыстырушы торабын қамтиды. 3GPP якоры және SAE Anchor байланыстырушы түйіндері сыртқы IP желілерін қосу үшін жалғыз IASA (Inter Access System Anchor) байланыстырушы түйін құрайды.



1.1 сурет - SAE желісінің архитектурасы

1.1 кесте - SAE желісінің негізгі интерфейстері[3]

Интерфейс	Сипаттамасы
S1	Пайдаланушы ұшақтарын басқаруға және протокол мәліметтерін басқаруға арналған EUTRAN радиоқатынау желісіне қол жеткізуді қамтамасыз ететін интерфейс.
S2a	IASA хост және 3GPP емес тіркелген IP желілері арасындағы интерфейс. Пайдаланушы ұшақ протоколының деректерін беру және басқару және ұтқырлықты қамтамасыз етеді S5a және S5b интерфейстерін қамтиды
S3	MME / UPE және SGSN интерфейсі. E-UTRAN және UTRAN желілерінде пайдаланушы терминалдарын шлюзді басқаруды қамтамасыз етеді
S4	3GPP зәкірі мен SGSN арасындағы интерфейс. Пайдаланушы ұшақтарының деректерін беру мен басқаруды және ұтқырлықты қамтамасыз етеді. UMTS желісінің SGSN және GGSN арасындағы Gn интерфейсіне негізделген

1.1 кестенің жалғасы

Интерфейс	Сипаттамасы
S5a	MME / UPE элементтері мен 3GPP анкер түйіні арасындағы интерфейс. Пайдаланушы ұшақ протоколының деректерін беру және ұтқырлықты басқаруды қамтамасыз етеді
S5b	3GPP Anchor SAE якорь түйіндері арасындағы интерфейс. Пайдаланушы ұшақ протоколының деректерін беру және басқару және ұтқырлықты қамтамасыз етеді
S6	Пайдаланушы аутентификациясы мен авторизациясы үшін үй дерекқорына кіруді қамтамасыз ететін интерфейс
S7	Интерфейс, обеспечивающий управление установлением соединений с заданными параметрами QoS на основе политики сети и тарификации
SGi	IASA хосты мен сыртқы пакеттік деректер желілері арасындағы интерфейс. Бұл желілер әр түрлі операторларға, сондай-ақ IMS ішкі жүйелік қызметтерді ұсынуға арналған бір ұялы операторға тиесілі болуы мүмкін

LTE желісінің архитектурасына қойылатын негізгі талаптарды келесідей қорытындылауға болады:

1) 3GPP және 3GПП емес стандарттардың радиоқатынау желілерін қолдау. Сонымен бірге, қол жетімді технологиялар туралы ақпарат оператор орнатқан технологиялардың басымдықтарын көрсете отырып, абоненттік терминалға жіберілуі керек.

2) SAE негізгі желісінің 3GPP негізгі желілерімен толық үйлесімділігі, шығарылым 6-дан басталады.

3) С-ұшақты басқару ұшақ хаттамаларына сәйкес мәліметтерді берудің минималды кідірістерін қамтамасыз ету. Мысалы, мобильді терминалдың жұмыс істемейтін күйден ауысу уақыты (терминал GMM хаттамасының тіркелген күйінде, IP мекенжайы бөлінген, терминал IMS ішкі жүйесінде тіркелген) U-ұшақ протоколдары арқылы мәліметтерді қабылдау / берудің басталу жағдайына дейінгі уақыт аралығы 200 мм-ден аспауы керек.

4) Функциялардың қайталануына байланысты С-жазықтық хаттамаларына сәйкес мәліметтерді берудің қосымша кідірістерін болдырмай, SAE желісінің элементтері арасында нақты функционалдық бөліну.

5) Минималды транзакция саны бар жеке QoS параметрлерімен IP қосылымын орнатыңыз[3].

6) LTE желісінің ұтқырлығын басқару функциясы E-UTRAN-да, EUTRAN желілері мен радиоға қол жеткізу желілерінің басқа түрлерінің арасында ұтқырлықты басқаруға бағытталған болуы керек.

7) LTE желісінің ұтқырлығын басқару функциясы әр түрлі терминалдармен өзара әрекеттесуі керек: тіркелген, көшпелі және мобильді

8) LTE желісінің ұтқырлығын басқару функциясы LTE желілік операторына абоненттер пайдаланатын қол жетімділік желілерін басқару мүмкіндігін беруі керек.

9) EUTRAN желілерінде, E-UTRAN желілері мен басқа ZSRR радиоға қол жеткізу желілері арасында, сонымен қатар E-UTRAN / ZGRP желілері мен ZORR-ге кірмейтін радиолокациялық желілер арасында терминалдардың қозғалғыштығын (тапсыру) қолдау процедуралары қолданылуы керек. нақты уақыт режимінде (мысалы, VoIP қосымшалары үшін) және инвариантты уақыт режимінде (мысалы, веб-ресурсты қарау үшін) деректер пакеттерінің ең аз жоғалуы.

10) Желідегі абоненттік терминалдың орналасқан жері туралы мәліметтерді жаңарту процедурасы сигнал беру арналарының минималды жүктемесін қамтамасыз етуі керек.

11) SAE желісінің архитектурасы абонент Интернет-роумингте болған кезде оңтайлы маршруттауды қамтамасыз етуі керек.

12) Роуминг пайдаланушыларына LTE желісіне икемді қол жетімділікті қамтамасыз ету үшін, SAE желісінің архитектурасы VPLMN кіретін желі операторы мен WLAN-ға кіретін желі операторлары арасындағы қол жетімді келісім-шарттарға сәйкес әр түрлі сымсыз WLAN желілері арқылы қол жеткізуді қамтамасыз етуі керек. WLAN-ға кіру операторлары мен HPLMN үй желісінің операторы қажет емес.

13) әр түрлі нұсқалардың IP протоколдарын (Ipv4 және Ipv6), сондай-ақ IP-Multicast тарату режимін қолдау.

14) пакеттік коммутация және тізбек коммутациясы бар қолданыстағы 3GPP желілерінен төмен болмайтын пайдаланушының қауіпсіздігін (аутентификация, идентификация, деректерді шифрлау) қамтамасыз ету. Аутентификация процедурасы қол жеткізу желісінің түрі мен технологиясына байланысты болмауы керек.

15) LTE желілеріне қол жетімділік USIM карталарына сәйкес абоненттерге ұсынылуы керек (шығарылым 99). Бұл жағдайда HSS мәліметтер базасы 5 шығарылымға сәйкес келуі керек.

16) барлық қолданыстағы баға принциптерін қолдау.

1.3 LTE базалық станция жабдықтарын талдау

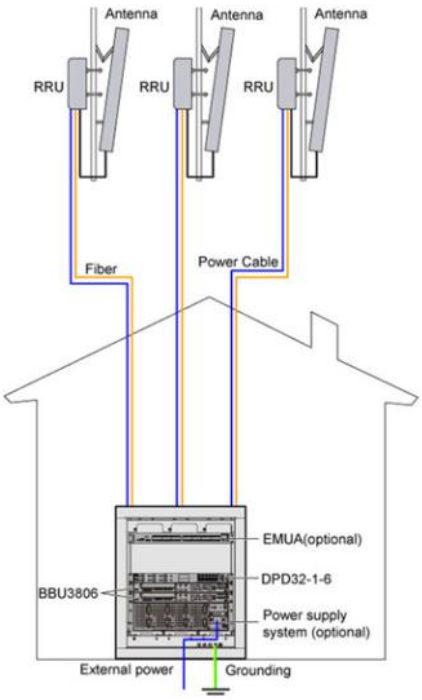
1.2 сурет - Базалық станцияның жалпы көрінісі

Ғимараттардың төбесіне түрлі ұялы құрылымдар мен антенналар орнатылды. Бұл антенналар негізгі станцияның негізгі элементтерінің бірі болып табылады, атап айтқанда, жазылымдар арасында радио сигналын қабылдауға және таратуға арналған құрылғы, содан кейін базалық станция контроллері және күшейткіш арқылы басқа құрылғылар[4].

Базалық станцияны оператордың желісіне қосу үшін радиорелейлік байланыс қолданылуы мүмкін, сондықтан антенналар мен негізгі станцияның блоктарының жанында радиорелейлік тақтайшаны көруге болады:

1.3 сурет - Радиорелейлік тақтайшасы

Төртінші және бесінші буындардың соңғы стандарттарына көшу үшін және базалық станцияларды қосу талаптарын орындау үшін тек оптикалық талшық қажет. Базалық станциялардың заманауи дизайнында талшықты-оптикалық базалық станция, тіпті өзі мен оның түйіндері арасында ақпарат таратудың негізгі құралына айналады. Мысалы, 1.4-суретте талшықты-оптикалық кабельді RRU-дан, яғни қашықтан антеннаны басқару модулдерінен базалық станцияға беру үшін қолданылатын заманауи базалық станция құрылғысы көрсетілген.



1.4 сурет - Станцияға оптикалық талшықты тарту

Базалық станциялардың жабдықтары ғимараттың тұрғын емес үй-жайларында немесе арнайы контейнерлерде орналасқан, өйткені қазіргі заманғы жабдық серверлік компьютердің жүйелік блогына өте ықшам және оңай сай келеді. Радиомодуль жиі антенна жанында орналасады берілген қуат антеннаның әлсіреуін және әлсіреуін азайтуға мүмкіндік береді. Осы себепті, діңгекте тіркелген Flexi Multiradio базалық станциясының үш бекітілген радио модуліне орналасқан:

1.5 сурет - Радио модуль

1.4 Базалық станция антенналары

Ұялы байланыста көбінесе пучка пішіні бар ені 120, 90, 60 және 30 градус болатын салалық панельдік антенналар қолданылады. Тиісінше, барлық бағыттар бойынша байланысты ұйымдастыру үшін (0-ден 360-қа дейін), 3 (радиациялық үлгінің ені 120 градус) немесе 6 (радиациялық үлгінің ені 60 градус) антенна қондырғылары қажет болуы мүмкін. Барлық бағыттар бойынша біркелкі қамтуды ұйымдастырудың мысалы төмендегі суретте көрсетілген:

1.6 сурет – БС антеннасы (360 градус)

Көптеген базалық станциялардың антенналары кең жолақты және бір, екі немесе үш жиілік диапазонында жұмыс істейді. UMTS желілерінен бастап, GSM-тен айырмашылығы, базалық станцияның антенналары желідегі жүктемеге байланысты қамту аймағын өзгерте алады. Сәулелендірілген

қуатты басқарудың тиімді әдістерінің бірі - антеннаның бұрышын басқару, осылайша радиациялық үлгінің радиациялық өрісін өзгерту[4].

Антенналардың бекітілген бұрышы болуы мүмкін немесе оларды қашықтан BS басқару блогында және ішкі айнымалы фазада орнатуға болады. Сондай-ақ, деректер беру желісін басқарудың жалпы жүйесімен қызмет көрсету аймағын өзгертуге мүмкіндік беретін шешімдер бар. Осылайша, базалық станцияның барлық секторын реттеуге болады.

Базалық станцияның антенналарында механикалық және электр контроллері қолданылады. Механикалық бақылауды қолдану оңай, бірақ көбінесе құрылымдық бөліктердің әсерінен радиациялық құрылымның нашарлауына әкеледі. Көптеген базалық станцияларда көлбеу бұрышын реттейтін электр жүйесі бар.

Базалық станцияның антенналарында механикалық және электр контроллері қолданылады. Механикалық бақылауды қолдану оңай, бірақ көбінесе құрылымдық бөліктердің әсерінен радиациялық құрылымның нашарлауына әкеледі. Көптеген базалық станцияларда көлбеу бұрышын реттейтін электр жүйесі бар.

Төмендегі суретте (сол жақта) ең кең таралған (бірақ ескірген) антенналық панельдердің бірінің дизайны көрсетілген:

1.7 сурет - Антенна панелінің дизайны

Сымсыз технологияны әзірлеушілердің қазіргі жағдайларын ескере отырып, базалық станция 2G, 3G және LTE желілерін қолдауы керек. Егер әр түрлі буындардың негізгі станциясының басқару элементтерін жалпы өлшемді

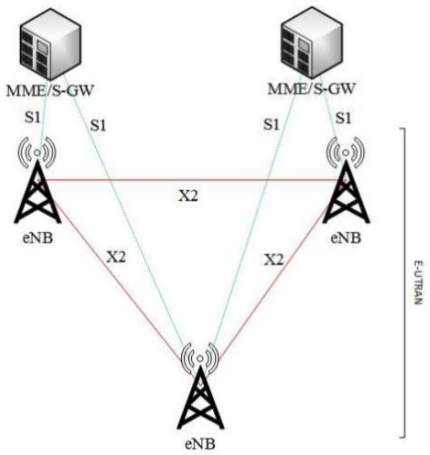
арттырмай сым шкафына орналастыруға болатын болса, онда антеннаның бөлігі айтарлықтай қиындықтарға тап болады[5].

1.5 LTE технологиясын қолдана отырып, сымсыз интерфейсін құру принциптері

LTE желісінің архитектурасы «тегіс» (біртекті) ұтқырлық, пакеттік жеткізілімнің минималды кешігуі және жоғары сапалы қызмет көрсетуімен пакеттік трафикті қолдауға арналған. Ұтқырлық желі функциясы ретінде оның екі түрімен қамтамасыз етіледі: дискретті роуминг және үздіксіз хэндовер.

LTE желілері роумингті және барлық қолданыстағы желілерді беру процедураларын қолдауы керек болғандықтан, LTE абоненттері (терминалдары) үшін кең жолақты қол жетімділік қызметтерін кең көлемде ұсыну қажет.

Пакеттік беріліс барлық қызметтерді, соның ішінде пайдаланушының дауыстық трафигін беруге мүмкіндік береді. Алдыңғы буындардың көптеген желілерінен айырмашылығы, оларда жоғары деңгейлі гетерогенділік пен желілік иерархия бар (таратылған желінің жауапкершілігі деп аталады), LTE желілерінің архитектурасын «жалпақ» деп атауға болады, өйткені барлық желілік өзара іс-қимыл екі түйін арасында жүреді: базалық станция (BS), техникалық сипаттамаларда B торабы (Node-B, eNB) және BOOM (MME, Mobility Management Organ) блогы аталады, ол әдетте Ш (GW, Gateway) шлюзін, яғни іске асырылады. MME / GW блоктары орын алады. Желінің архитектурасы 1.6 суретте көрсетілген[5].

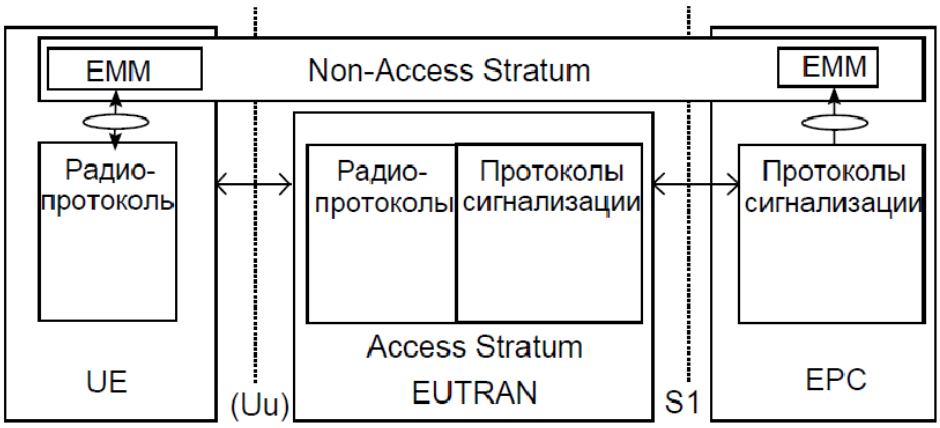


1.8 сурет - LTE желісінің архитектурасы

Мобилдік басқару блогы тек қызметтік ақпаратпен жұмыс істейді - желілік сигнализация деп аталады, сондықтан пайдаланушы мәліметтері бар

IP пакеттері ол арқылы өтпейді. Мұндай жеке сигнализация қондырғысының артықшылығы - желінің өткізу қабілеттілігі пайдаланушының трафигі үшін де, қосымша ақпарат үшін де өздігінен көбейтілуі мүмкін. BOOM-тің негізгі функциясы - күту режиміндегі пайдаланушы терминалдарын (PT) басқару, қоңырауларды бағыттау және орындау, авторизация мен аутентификация, роуминг және тапсыру, қызмет көрсету және пайдаланушы арналарын құру және т.б.

Пайдаланушы жабдықтары - бұл LTE қызметтеріне қол жеткізу үшін желі абоненттері қолданатын әр түрлі деңгейдегі ДТ жиынтығы. Бұл ретте, мысалы, дауыстық трафик қызметтерін пайдаланатын нақты («тірі») абонент және белгілі бір желіні немесе қолданушы қосымшаларын жіберуге және қабылдауға арналған белгісіз құрылғыны пайдаланушы терминалы ретінде пайдалануға болады.



1.9 сурет - LTE желісінің жалпыланған құрылымы

Пайдаланушы жабдықтың UE ауданы мен радиоға қол жеткізу желісінің UTRAN аймағы арасындағы түйіспе Uu интерфейсі деп аталады; радиоға қол жеткізу желісінің ауданы мен EPC - S1 интерфейсінің негізгі желісінің ауданы арасындағы түйісу. Uu және S1 интерфейстеріне қатысты әртүрлі хаттамалардың құрамы мен жұмысы екі жазықтық деп аталады: пайдаланушы жазбасы (UP, User Plane) және басқару жазықтығы (CP, Control Plane).

1.6 LTE желілеріндегі MIMO технологиясының жалпы принциптері

Жоғарыда айтылғандай, LTE жүйелері бірнеше таратқыш және қабылдағыш антенналармен әр түрлі жұмыс режимін қамтамасыз етеді. Мұндай жүйелердің жұмысы екі принцип бойынша ұйымдастырылуы мүмкін:

кеңістікті сығу принципіне сәйкес және кеңістік-уақыт кодтау принципіне сәйкес.

Бірінші қағидаттың мәні әр түрлі таратушы антенналар ақпараттық символдар блогының немесе әртүрлі ақпараттық блоктардың әртүрлі бөліктерін беруі болып табылады. Деректер параллель екі немесе төрт антеннадан беріледі. Қабылдайтын жағында әртүрлі антенналардың сигналдарын қабылдау және бөлу жүзеге асырылады, осылайша деректердің максималды жылдамдығын 2 немесе 4 есе арттыруға болады.

LTE желілеріндегі өткізу қабілеті мен қызмет көрсету сапасының одан әрі артуы MIMO технологиясымен байланысты. MIMO технологиясын (MIMO жүйелері) қолданатын антенна жүйелерінің қолданыстағы жүйелері деректерді беру жылдамдығын әрдайым айтарлықтай арттырмайды, бірақ бұл жүйелер үлкен қашықтықта өте тиімді екендігі дәлелденді. MIMO технологиясы бірнеше сигналдық шағылысулар жағдайында тарату жылдамдығын төмендетпей, радио мәліметтерін алмасу кезіндегі қателіктерді азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, көп элементті антенна жүйелері:

- радио сигналдармен қамту аймағын кеңейту және ондағы «өлі» аймақтарды тегістеу;

- сигналдарды таратудың бірнеше жолдарын қолдану, бұл өңделу, қайта шағылысу және т.с.с. аз проблемалар туындаған бағыттар бойынша жұмыс істеу мүмкіндігін арттырады;

- физикалық әр түрлі принциптерге негізделген сигналдарды өңдеу жүйелерінің қалыптасуына байланысты байланыс арналарының өткізу қабілетін арттыру (сигналдардың кеңістіктік әртүрлілігі, ортогональды кодтарды қолданатын кодтардың әртүрлілігі, жиіліктер, поляризацияның әртүрлілігі).

UMTS желілерінде қолданылатын W-CDMA технологиясы әр түрлі өзара ортогональды жалған кездейсоқ код тізбегі бар сигналдарды бірдей жиілікте шығаруды болжайды. Сонымен қатар, белгілі бір абоненттік терминалдың кодтық реттілігіне бейімделген коррелятор желілік терминалдан қалған барлық ішкі жүйелік сигналдарды «ақ» шу ретінде қабылдайды. Әлбетте, бұл жағдайда MMTO технологиясын UMTS желілерінде пайдалану кезінде әр антенна каналына CDMA-ның белгілі бір коды беріледі, ал арналардағы сигналдар ортогональды болып шығады.

Әлбетте, OFDM технологиясын қолданатын жүйелер MIMO технологиясын әртүрлі тәсілдермен қолдануға бейімделген. MIMO / OFDM технологиясын IEEE 802.16, IEEE 802.1 және басқа да перспективалы әзірлемелер ұсынады, деректерді сымсыз беру желілері.

2 LTE желісін жоспарлау және жобалау

2.1 Желілік модельдеудегі негізгі міндеттер

Коммерциялық желіні орналастыруды бастамас бұрын кең және тиімді желілік модельдеу қажет. Сымсыз желілерді модельдеудің мақсаты келесі негізгі міндеттерді шешу болып табылады[6]:

- жүйенің кедергісін азайтуға, аумақты қажетті ақпаратпен және ЭМС-нің қолданыстағы радио жабдығымен берілуіне барынша азайтатын жиілікті-аумақтық жоспарлау;
- қолданыстағы желінің сипаттамаларын тексеру;
- жобаланған желінің ақпаратын түрлендіру және беру әдістерін оңтайландыру;
- осы желіде жұмыс істеуге арналған жабдық параметрлерін оңтайландыру.

Сымсыз желілерді модельдеудің жоғарыда аталған мәселелерін шешу үшін келесі бастапқы мәліметтер қажет:

- модельді компьютерлік автоматтандырылған жүйеде пайдалану кезінде қарастырылатын аймақтағы сигналдардың таралу жағдайларын барабар сипаттау үшін қажет рельеф картасы[6];
- қарастырылып отырған аумақтағы абоненттердің таралуы (трафик) және олардың сипаттамалары (салыстырмалы түрдегі жүктеме), аналитикалық түрде көрсетілген немесе картографиялық деректердің алмасу форматында ұсынылған;
- стандартта көрсетілген жоспарланған желінің техникалық сипаттамалары (ақпаратты беру және өңдеу технологиясы, жиілік диапазоны, сигналдан шуылға қажетті қатынасы және т.б.);
- қолданылатын жабдықтың сипаттамасы;
- аймақта жобаланатын және жұмыс істейтін желілердің ЭМҚ көрсеткіштерін есептеу үшін қажет, қарастырылған аймақта жұмыс істейтін радио қондырғылардың координаттары және техникалық сипаттамалары.

2.2 LTE желісін жоспарлаудың заманауи тәсілдері

LTE радио желісін жоспарлаудың басқа технологиялар үшін ұқсас процестен кейбір айырмашылықтары бар. Айырмашылықтар OFDM негізінде бірнеше қол жетімділік түріне, дуплекстің екі түрінің болуына байланысты - жиілік (FDD) және уақытша (TDD), ал уақытша дуплекстегі желілерді жоспарлау кезінде сіз радио қамту мен желі сыйымдылығы арасында ымыраға келу керек.

Максималды қамту аймағын қалыптастыру немесе қажетті қуаттылықты қамтамасыз ету - қазіргі даму кезеңінде 4G желілерін жоспарлаудың негізгі тәсілдері. Бұл міндеттер кейде бір-біріне қайшы келеді. Сонымен, абоненттердің тығыздығы жоғары қалалық жағдайда, Базалық станцияның қамту аумағы мүмкін болатыннан әлдеқайда аз, бірақ өткізу қабілеттілігіне оңтайландырылған. Ауылдық жерлерде жағдай көбіне керісінше, абоненттердің тығыздығы төмен, базалық станциялар максималды аумағы бар әрбір базалық станцияны жабу үшін бір-бірінен максималды қашықтықта орнатылады. Бірақ екі жағдайда да желіні жобалау кезінде оның сипаттамаларын шектейтін факторларды анықтау үшін радиожиілік және желі сыйымдылығы бағаланады[6].

Бүгінгі таңда LTE желісін жоспарлаудың бірнеше тәсілдері бар :

1. Желіні «нөлден» жоспарлау: желі бұрыннан бар желілерге (2G, 3G) тәуелді болмай жаңа жерде орналастырылған. Мұндай желілерді кейде жалғыз тұру деп атайды. Қазақстанда кең байтақ жер болғандықтан, бұл тәсіл іс жүзінде мүмкін емес.

2. LTE желісі қолданыстағы 2G / 3G желілерін барынша кең қолдана отырып, біртіндеп салынуда (модернизациялау арқылы). Бұл жағдайда 3G / 2G желісі трафикті қамтамасыз етумен айналыспайтын және қамту мүмкін емес мәселені шешетін LTE алғашқы базалық станцияларын орнату ұсынылады, бірақ, ең алдымен, желінің өткізу қабілеттілігін арттыру (өткізу қабілеті). Біртіндеп, мұндай ыстық нүктелер үлкен қалаларда және бірқатар басқа жерлерде 3G / 2G қамтуын алмастырмайынша көбірек болады. Клиент үшін ол LTE қамту аймағынан шықса, оның құрылғысы 3G / 2G желілерінің арқасында желіде қалу мүмкіндігі бар екендігіне ұқсайды.

3. LTE желісі 3G / HSPA базалық станцияларын (немесе олардағы бағдарламалық жасақтаманы) LTE-ге ауыстыру және сәйкесінше көліктік инфрақұрылымды күшейту (модернизациялау) арқылы қолданыстағы 3G желісінің инфрақұрылымын қолдану арқылы құрылады. Бұл қымбат шешім, ол бір реттік инвестицияны қажет етеді.

4. Бүкіл ел үшін бір LTE операторы құрылады, егер мұндай мүмкіндік пен қаржыландыру болса, оны 1 немесе 3 тәсілге сәйкес құруға болады. Қалған операторлардың барлығына осы «көлік операторының» қызметтерін сату мүмкіндігі беріледі. Бірқатар кемшіліктер бар[7]:

- Заңнама дайын емес;

- Бәсекелестік механизмі іске қосылмайды, бұл жобаның құны мен оның қызметтерінің бағасы тым жоғары болуы мүмкін дегенді білдіреді;

- Дамуға ынталандыру жоқ.

5. LTE желілерін бірнеше оператормен бірлесіп құру. Мұндай тәсіл әрбір лицензияны немесе олардың кейбіреуін екі немесе одан да көп операторлардың бірлесіп пайдалануға арналған шарттарымен мемлекетке лицензиялар мен жиіліктер беруді болжайды. Шетелде осындай мысалдар бар.

LTE радио желісін жоспарлау бірнеше кезеңнен тұрады:

- Желіні жоспарлау және іске қосу туралы алдын-ала ақпарат жинауды, яғни ресурстарды дайындауды, есептеулердің көлемін және сыйымдылығын, модельдеуді қамтитын бастапқы кезең;

- Жоспарлаудың әртүрлі әдістерін таңдау мен қолдануды қамтитын номиналды және егжей-тегжейлі жоспарлау. Бұл кезеңге үлестіру моделін құру, жоспарланған ресурстан шекті мәндерді анықтау, шекті мәндер негізінде радио желісінің егжей-тегжейлі жоспарын құру, трафиктің егжей-тегжейін, желінің параметрлерін, eNB жоспарлау параметрлері арқылы желінің өткізу қабілеттілігін тексеру кіреді;

- Жабдықтаушыға негізделген негізгі көрсеткіштер мен мақсатты мәндердің тиімділігін анықтайтын eNB жүйесінің параметрлері мен есептегіштерін пайдаланудың негізгі көрсеткіштері мен жоспарлау параметрлерін анықтау, жабдықты жеткізуші негізінде негізгі көрсеткіштер мен мақсатты мәндерді тексеру, желіні оңтайландыруға дейін және басталғаннан кейін, тиімділіктің негізгі көрсеткіштері мен мақсаттарын тексеру жоспарлауды қолданып ұйымдастыру.

2.3 2G / 3G-ден LTE-ге дейінгі байланыс желілерін жаңғыртудың болашағы

Инженерлік жоспарлау тұрғысынан 4G желілері үшін толықтай мобильді жүйені құрумен қатар, қолданыстағы ұялы байланыс тұжырымдамасына интеграция қажет. Бұл стратегия 4G желісінің қолданыстағы 2G / 3G желілерімен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету үшін қажетті жағдайларды ескере отырып, біртұтас желіні құруды қарастырады.

Төртінші буын LTE стандартын құрудың басты мақсаты жоғары жылдамдықты ұялы байланыс жүйесінің мүмкіндіктерін арттыру, деректерді беру құнын төмендету, түрлі қызметтердің кең спектрін ұсыну деп атауға болады. LTE 2G / 3G желісінің түбегейлі айырмашылығы[7]:

- Топтық радио сигналын қалыптастырудың түбегейлі әр түрлі әдістері;

- Логикалық деңгей айтарлықтай кеңейтілген және тамаша бағдарламалық жасақтама;

- Абоненттік сыйымдылықтың жоғарылауы, жоғары және төмен ағыс арналарында берілу жылдамдығы анағұрлым жоғары, жиілік ресурсын тиімді пайдалану.

Сымсыз кеңжолақты қол жетімділікке сұраныстың айтарлықтай өсуіне байланысты операторлардан жеткілікті жиілік ресурсы және желінің қажетті өткізу қабілетін қамтамасыз ету мүмкіндігі қажет. Сондықтан операторлар 2G/3G желілерінің қазіргі радио ресурсын 4G қызметшілеріне беру кезінде олардың қызметтерінің сапасына кепілдік беруі керек. 4G технологиясының алдыңғы ұрпақтардың желілерімен қосылуы бұрынғы салалардан қазіргі заманғы желілерге біртіндеп шығуға мүмкіндік береді, сонымен қатар дауыстық қоңыраулар мен SMS хабарламалар сияқты дәстүрлі байланыс қызметтерін сақтауға мүмкіндік береді[8].

2G / 3G-ден LTE желілеріне көшу күрделі міндет болып табылады және бірден бірнеше бағыттағы жұмыстарды қамтиды :

- Радиожүйені жаңарту және радио жоспарлау;
- Mobile Backhaul көлік желісін жаңғырту;
- Mobile Packet Core пакеттік желісінің өзегін жаңарту.

3 Есептік бөлім

3.1 Болашақ абоненттік желінің құрылымын, бастапқы деректерді таңдау

Жоспарлаудың бірінші сатысы - LTE желісіндегі ұяшықтар санын анықтау.

Желідегі ұяшықтар санын есептеу үшін жоспарланған LTE желісін орналастыруға бөлінетін арналардың жалпы санын анықтау керек. N_K арналарының жалпы саны мына формула бойынша есептеледі:

$$N_K = \frac{\Delta f_{\Sigma}}{\Delta f_K} \tag{3.1}$$

мұндағы Δf_{Σ} - желіні пайдалану үшін бөлінген және 71 МГц-ке тең;

Δf_K - бір радиоарнаның жиілік диапазоны; LTE желілеріндегі радиоарна астында мұндай ұғым ені 180 кГц,

Δf_K = 180 кГц болатын ресурстық блогы ретінде анықталады.

$$N_K = \frac{\Delta f_{\Sigma}}{\Delta f_K} = \frac{71000}{180} = 400 \text{ канал}$$

Әрі қарай, біз бір ұяшықтың бір секторындағы абоненттерге қызмет көрсету үшін пайдаланылатын $N_{K.\text{сек}}$ арналарының қажетті санын анықтаймыз:

$$N_{K.\text{сек}} = \frac{N_K}{N_{\text{кл}} \cdot M_{cek}} \tag{3.2}$$

мұндағы N_K - арналардың жалпы саны;

$N_{\text{кл}}$ - кластер өлшемі, ол eNB секторларының санын ескере отырып таңдалады, біз үшке тең боламыз;

M_{cek} - үшке тең қабылданған eNB секторларының саны.

$$N_{K.\text{сек}} = \frac{400}{3 \cdot 3} = 44 \text{ канал}$$

Әрі қарай, $N_{\text{кт.сек}}$ бір ұяшықтың бір секторындағы трафик арналарының санын анықтаймыз. Трафик арналарының саны формула бойынша есептеледі:

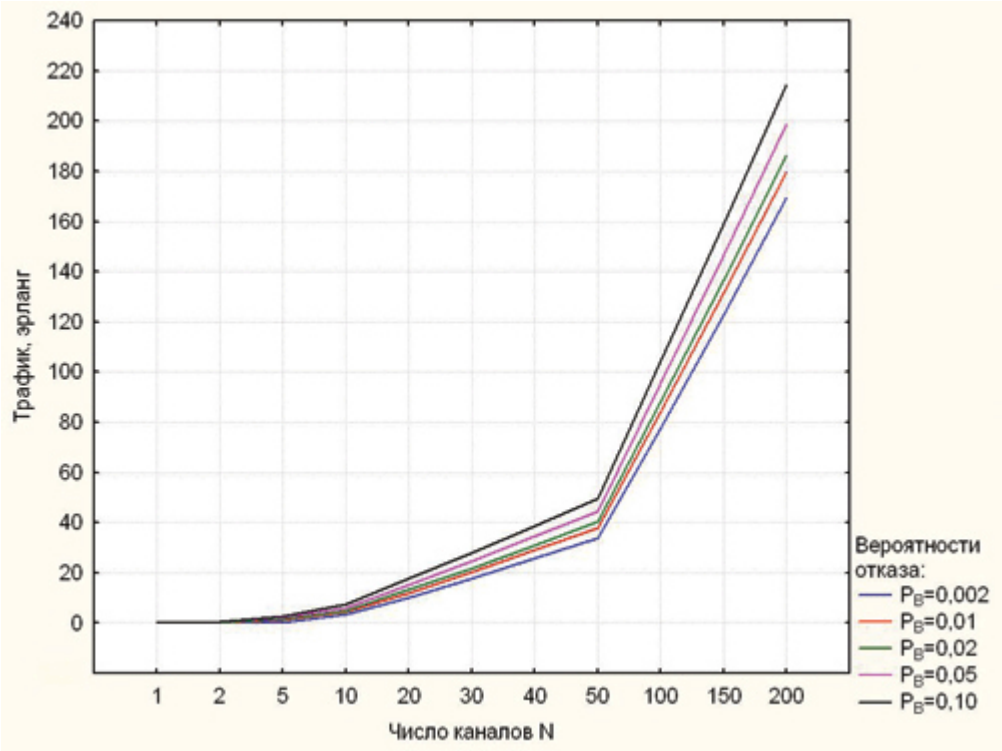
$$N_{\text{кт.сек}} = N_{\text{кт1}} \cdot N_{K.\text{сек}} \tag{3.3}$$

мұндағы $N_{\text{кт1}}$ - радиоға қол жеткізу стандартын анықтайтын бір радиоарнадағы трафик арналарының саны (OFDMA $N_{\text{кт1}}$ = 1 ... 3 үшін);

LTE желісі үшін $N_{\text{кт1}}$ = 1 таңдаймыз.

$$N_{\text{кт.сек}} = 1 \cdot 44 = 44 \text{ канал}$$

3.1 суретте кесте түрінде ұсынылған Эрланг моделін басшылыққа ала отырып, біз $A_{\text{сек}}$ бір ұяшықтың секторындағы рұқсат етілген жүктемені 1% тең және жоғарыда есептелген $N_{\text{кт.сек}}$ мәнімен бірге анықтаймыз. Біз $A_{\text{сек}}$ = 50 Эрл екенін анықтаймыз.



3.1 сурет - Сектордағы рұқсат етілген жүктің қозғалыс арналары санына және бұғатталу ықтималдығына тәуелділігі

Бір eNB қызмет көрсететін абоненттер саны формула арқылы есептеледі[8]:

$$N_{\text{аб}.eBN} = M_{cek} \cdot \frac{\text{A}_{\text{сек}}}{\text{A}_1} \tag{3.4}$$

мұндағы A_1 - бір абоненттен келетін трафиктің барлық түрлері үшін орташа мән;

A_1 болуы мүмкін (0.04 ... 0.2 Эрл). Жоспарға сәйкес жоспарланған желі жоғары жылдамдықты мәліметтер алмасу үшін қолданылуы керек болғандықтан, A_1 = 0,2 Эрл-ге тең болады.

$$N_{\text{аб}.eBN} = 3 \cdot \frac{50}{0.1} = 1500 \text{ Абонент}$$

LTE жоспарланған желідегі eNB базалық станциялардың саны мына формула бойынша есептеледі:

$$N_{eBN} = \frac{N_{\text{аб}}}{N_{\text{аб}.eBN}} + 1 \qquad (3.5)$$

мұндағы $N_{\text{аб}}$-болашақ әлеуетті абоненттер саны. Ықтимал абоненттер саны орташа бастапқы жүктемені басшылыққа ала отырып, тұрғындардың жалпы санының 11% құрайды[9].

Зерделі ықшам ауданының тұрғындарының жалпы саны, 2019 жылғы санаққа сәйкес, шамамен 32647 адамды құрайды. Сонда абоненттер саны 3591болады, келесідей:

$$N_{eBN} = \frac{3591}{1500} + 1 = 3 \text{ eNB базалық станции.}$$

3.2 LTE желілік жабдықты таңдау

LTE желісіндегі жазылым сессиялары мен қызметтерді басқару EPC (Evolved Packet Core) негізгі пакеттік желіні қолдану арқылы жүзеге асырылады. EPC желісіне негізгі түйіндер мен логикалық элементтер кіреді:

- MME (Мобильдік басқару орталығы) - мобильдік басқару түйіні абоненттік терминалдардың ұтқырлығын басқарады, ұялы байланыс компоненттерінің қауіпсіздігін басқарады, ақпаратты беру қызметін басқарады;

- SGW (Қызмет шлюзі) - LTE желісіне қызмет көрсететін шлюз, базалық станцияданға келіп түсетін пакеттік мәліметтерді өңдеуге және бағыттауға жауап береді;

- PGW (Public Data Network Gateway) - LTE желісінен басқа 2G, 3G, 3GPP және Интернет желілеріне дауыстық және ақпарат жіберуге жауап беретін басқа ұялы байланыс операторларының желісіне / желісіне кіретін шлюз;

- HSS (Home Subscriber Server) - абоненттік деректер сервері

- PCRF (Policyand Charging Rules Function) – абонентке оператор ұсынатын қызметтерге төлемдерді есептеу торабы;

- DHCP/DNS – сервер выделения IP-адреса.

EPC LTE желісін енгізу шешімін Huawei Technologies жасаған. Іске асыру идеясының негізі – 3.2 - суретте көрсетілгендей, Huawei DBS 3900 көп сервистік платформасының бір шассиінде MME, SGW және PGW функцияларын біріктіру.

Huawei BBU3900 маршрутизаторы - мобильді кеңжолақты байланысқа арналған. Онда таратылған сәулет, кіріктірілген ақылды ерекшеліктер, масштабталу және сенімділік бар.

Huawei DBS платформасы, байланыс операторына өнімді қосымша көлемде сатып алмастан өнімділігі мен қуатын арттыруға мүмкіндік береді. Huawei BBU3900 маршрутизаторы өз желісінде бүкіл әлем бойынша екі жүзден астам ұялы байланыс операторларын пайдаланады.

Huawei DBS 3900 платформасының артықшылықтары:

- желінің интеграцияланған функциялары, өткізу қабілеттілігі жоғары ендірілген қызметтер;
- барлық компоненттерді брондау;
- бір шасси ішінде абоненттік сессияларды автоматты түрде қалпына келтіру;
- көшіру процестерінің қызметі және олардың күйлері;
- платформаның қол жетімділігі 99,9999%;
- сеанстарды қалпына келтіру 2 секундтан аспайды; 41
- арнайы қызмет көрсету тақталары мен модульдерінің болмауы;
- процессорлық ресурстар автоматты түрде жүйенің қажеттіліктеріне бейімделеді;
- жеке процестер үшін жадты қорғау;
- жалпы бағдарламалық қамтамасыз ету;
- бағдарламалық жасақтаманы жаңарту қызметтерді тоқтатпай жүзеге асырылады;
- бағдарламалық жасақтама мүмкіндіктері бүкіл платформаға таратылады.

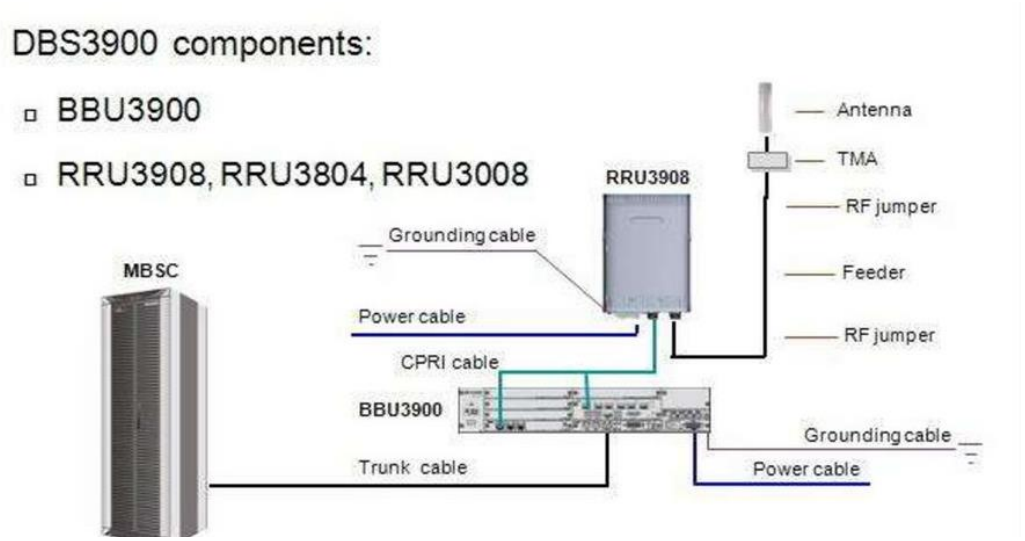
Huawei DBS 3900 платформасының архитектурасы 3.3 суретте көрсетілген.

3.1 кесте - «Huawei DBS 3900» платформасының қысқаша техникалық сипаттамасы

Параметрлер	Ерекшеліктер
Жұмыс жиілігінің диапазоны	880–915 МГц и 925–960 МГц 873–880 МГц и 918–925 МГц

3.1 кестенің жалғасы

Параметрлер	Ерекшеліктер
Сыйымдылығы	Бөлек шкаф ең көп қолдайды: екі BBU3900 негізгі жиілік бірлігі, алты RFU және 12 GSM-R тасымалдаушысы
Электр қуатын беру	918-925 МГц: 2 х 60 Вт 925-960 МГц: 2 х 80 Вт
Қабылдағыштың сезімталдығы	918–925 МГц: бір антенна: -112,5 дБм, екі антенна: -115,5 дБм 925–960 МГц: бір антенна: -113,4 дБм, екі антенна: -116,4 дБм
Өлшемдері	700 мм х 600 мм х 480 мм
Салмақ	Модульдері бар айнымалы шкаф: ≤ 194 кг
Номиналды жеткізу кернеуі	48 В тұрақты ток; кернеу диапазоны: -38,4 В-дан-57 В дейін



3.3 сурет - Huawei DBS 3900 платформасының архитектурасы

3.2.1 Оңтайлы антеннаның биіктігін таңдау.

Атмосфералық өткізгіштігінің тік градиентінің гетерогенділігіне байланысты радио таратқыш бұрмаланған, бұл радио байланысының нашарлауына әкеледі. Егер ол табиғи кедергіге тап болса, байланыс үзіледі. Осы себепті, суспензияның биіктігін дұрыс таңдай отырып, дизайн мөлшерін дұрыс анықтау қажет.

Қозғалыс радиосы қабылдау және беру нүктесінде қозғалтқыштың айналуы болып табылатын Фрезель аймағында қозғалады. Фрезель аймағының минимум радиусы формула бойынша анықталады.

$$H_0=\sqrt{\frac{1}{3}\cdot R_0\cdot \lambda\cdot k\cdot(1-k)} \qquad (3.6)$$

мұндағы $\lambda = {}^{c}/_{f} = \frac{3\cdot 10^8}{18\cdot 10^9} = 0.0167$ - толқын ұзындығы, м;

$k = 0.833 -$ кедергінің салыстырмалы қашықтығы.

R_0 - интервалдың ұзындығы км;

$$H_0=\sqrt{\frac{1}{3}\cdot 30\cdot 10^3\cdot 0.0167\cdot 0.833\cdot(1-0.833)} = 4{,}82 \text{ м}$$

Антенналарды ілу биіктігін профильдің критикалық нүктесінен анықтаймыз H(0) арақашықтығы кейінге қалдырылады және осы нүкте арқылы Антенналарды қосатын сәуле жүргізіледі.

$$h_1 = x_{max} + H_0 + MN - CD \qquad (3.7)$$
$$h_1 = x_{max} + H_0 + MN - YZ \qquad (3.8)$$

мұндағы $x_{max} -$ Кедергінің максималды биіктігі;

$MN -$ профильдің максималды биіктігі;

$CD, Y -$ профильдің биіктігі, сәйкесінше, жолдың басында және соңында, антеннаның түріне байланысты - жіберу немесе қабылдау.

$$h_1 = 17{,}64 + 4{,}686 + 160 - 150 = 32{,}326 \text{ м},$$
$$h_1 = 17{,}64 + 4{,}686 + 160 - 140 = 42{,}326 \text{ м},$$

3.3 LTE жобаланған желісінің радиожиілік деңгейін бағалау

LTE желісінің қамтуын талдау энергия бюджетін есептеуден немесе желідегі мүмкін болатын жоғалтудан басталады. Шекті рұқсат етілетін шығын таратқыштың эквивалентті изотропты сәулелендірілген қуаты мен байланыстырушы жақтың қабылдағышының кірісіндегі минималды талап етілетін қуаттың арасындағы айырмашылық ретінде есептеледі, мұнда байланыс каналындағы барлық ысыраптарды ескере отырып, қабылдағыштағы сигналды оңтайлы демодуляциялау жүзеге асырылады.

Шекті рұқсат етілген шығындарды есептеу принципі 3.4 суретте көрсетілген.

3.4 сурет - Шекті рұқсат етілген шығындарды есептеу принципі

Есептеулерде келесі параметрлер қолданылады:

- жүйелік диапазон: 20 МГц;

FDD үшін = 10/10 (DL / UL);

- eNB - әр секторда бір TRX, шығу қуаты TRX = 40 Вт (46 дБм); DL желісінде MIMO 2 × 2 режимінде жұмыс істейді;
- UE - абоненттік терминал
- USB-модем, төртінші класс
- эквивалентті изотропты сәулелену қуаты 33 дБм;
- DL / UL жақтауының ұзақтығының қатынасы: 100% / 100%.

Шекті рұқсат етілген шығындарды есептеу формула бойынша есептеледі:

$$L_{\text{ШРШ}} = P_{\text{шығ}} - S_{\text{қаб}} + G_{\text{ант}} - L_{\text{жіб}} - M_{\text{прон}} - M_{\text{пом}} - M_{\text{затем}} - G_{\text{хо}} \quad (3.9)$$

мұндағы $P_{экв}$- таратқыштың эквивалентті сәулеленетін қуаты;

$S_{қаб}$ - қабылдағыштың сезімталдығы;

$G_{ант}$ - таратқыш антеннаны алу, $G_{ант}$: DL = 18 дБ, UL = 0 дБ;

$L_{жіб}$- таратқыштың беріліс жолындағы шығындар, $L_{жіб}$: DL = 0.3 дБ;

$M_{прон}$ - ауылдық жерлердегі бөлмеге сигнал енуге арналған резерв, $M_{прон}$ = 12 дБ;

$M_{пом}$ - кедергіге арналған маржа. $M_{пом}$ жүйенің деңгейлерін модельдеу нәтижелері бойынша көрші ұяшықтардағы жүктемеге байланысты анықталады;

$M_{пом}$ мәні көрші ұяшықтардағы жүктемеге сәйкес келеді 70%. $M_{пом}$: DL = 6,4 дБ; UL = 2,8 дБ;

$G_{хо}$ - тапсыру кезіндегі жеңіс. Тапсырыс беруден түскен пайданың мәні қызмет көрсетілетін ұяшықта терең түсу пайда болған кезде, абоненттік терминал қабылдауды жақсарту сипаттамалары бар ұяшыққа жеткізуді жүзеге асыра алатындығының нәтижесі болып табылады. $G_{хо}$ = 1,7 дБ.

$P_{экв}$ формуласы бойынша есептеледі:

$$P_{экв} = P_{шығ} + G_{ант} - L_{жіб} \tag{3.10}$$

мұнда $P_{шығ}$ - таратқыштың шығу қуаты. LTE-дегі төменгі ағыс (DL) (DL) тораптың өткізу қабілеттілігі сайттың өткізу қабілетіне байланысты, ол 1,4-тен 20 МГц-ке дейін болуы мүмкін. 5 МГц-ке дейінгі диапазонда қуаты 20 Вт (43 дБм), ал 5 МГц-тен 40 Вт (46 дБм) -ге дейінгі TRX таратқыштарын таңдау тиімді. Жарылыс: DL = 46 дБм, UL = 33 дБм.

DL желісі үшін:

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

UL желісі үшін

$$P_{экв}=33 \text{ (дБм)}$$

$S_{қаб}$ формуламен есептеледі:

$$S_{қаб} = P_{тиш} + M_{шу} + L_{қаб} \tag{3.11}$$

мұндағы $P_{\text{тиш}}$ - қабылдағыштың жылу шуылының қуаты, $P_{\text{тиш}}$: DL = -174,4 дБм, UL = -104,4 дБм;

$M_{\text{шу}}$ - қабылдағыштың шу-шу деңгейіне қажетті қатынасы. $M_{\text{шу}}$ мәні «Жетілдірілген жаяу жүргінші А5» үлгісі үшін алынады. $M_{\text{шу}}$DL = -0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

$L_{\text{қаб}}$ - қабылдағыштың шу деңгейі, Lpr: DL = 7 дБ, УЛ = 2,5 дБ;

DL желісі үшін:

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

UL желісі үшін:

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

DL желісі үшін:

$$L_{\text{ШРШ}} ==63{,}7-(-197{,}64)-12-6{,}4-8{,}7-1{,}7=205{,}94 \text{ (дБ)}$$

UL желісі үшін:

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

DL және UL сызықтары үшін алынған екі TIR мәндерінің ішінен байланыс диапазоны мен ұяшық радиусына келесі есептеулер жүргізу үшін минимумды таңдаймыз. Байланыс диапазоны үшін шектеулі желі - бұл шын мәнінде.

Байланыс диапазонын есептеу үшін эмпирикалық Okumura - Hata радио толқындарының таралу моделін қолданамыз. Бұл модель қоршаған ортаның көптеген шарттары мен түрлерін ескеретін тәжірибелік фактілердің ынтымақтастығы болып табылады.

Байланыс диапазонын есептеу MathCad 14 (В қосымшасы) бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылады. Байланыс диапазонын есептеу үшін біз радиотолқындардың таралуының эмпирикалық Okumura - Hata моделін қолданамыз. Бұл модель қоршаған ортаның көптеген шарттары мен түрлерін ескеретін тәжірибелік фактілерді жалпылау болып табылады.

Окумура-Хата моделі қалалық ортадағы радиосигналдың орташа түсуін анықтау үшін келесі өрнекті ұсынады:

$$L_{\text{Г}} = 69{,}5 + 26{,}16 \log f_c - 13{,}82 \log f_t - A(h_r) + (44{,}9 - 6{,}55 \log h_t) \cdot \log d \quad (3.12)$$

Қалалық жерлерде өрнек түзетілген түрде болады:

$$L_c = L_{\text{г}} - 4{,}78(\log f_c)^2 + 17{,}33(\log f_t) - 40{,}94 \quad (3.13)$$

мұндағы f_c- 150-ден 1500 МГц-ге дейінгі жиілік;

h_t - таратушы антеннаның биіктігі (eNB суспензиясы) 15-тен 50 метрге дейін;

h_r - қабылдайтын антеннаның (мобильді құрылғының антеннасының) биіктігі 10 метрден 30 метрге дейін[10];

d - жасушаның радиусы 1-ден 20 км-ге дейін;

$A(h_r)$- рельефтің түріне байланысты қозғалатын заттың антенна биіктігін түзету коэффициенті.

Есептеулер үшін параметрлерді таңдаңыз:

f_c = 800 МГц;

h_t = 42 метр;

h_r = 32 метр.

(3.12) және (3.13) формулалардан ұя радиусын есептей отырып, біз d ≈ 900 м аламыз. Біз S_{eNB}-ді үш секторды қамту аймағын формула бойынша есептейміз:

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8} \cdot d^2 \quad (3.14)$$

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8} \cdot (900)^2 = 1{,}6 \text{ км}^2$$

3.4 Радиотолқындардың мультипликациялық таралуына байланысты байланыстың нашарлауының қолайлы уақыты нормаларын тексеру

Радио байланыста және бірнеше миль болып көрінгенде, таза қоршаған ортаның механизмін, төрт кесуді қарастыру керек, өйткені олар өте тұрақты қабаттар:

- сәуленің кеңеюі
- антенна
- көп атмосфера.

Бұл механизмдердің көпшілігі немесе басқа механизмдер, сонымен қатар артықшылықтар. Таңдалған ағартқыш тікелей мультикастофингті жабылған мультипликациялық жабындысының жоғары жиілігіне байланысты болады. Шаралар әрдайым бұрынғысынша қабылданатын болады, бірақ толқын ұзындығы 400 ГГц-ден төмен ағартқыштың арқасында бүкіл әлемге таралған, бұл қиын емес. Төменгі жағында ағарту – бұл $T_{\text{инт}} = 626 \cdot 10^{-10}\%$ уақытының үлкен пайызы, оның барысында орташа диапазонды жүйелерде қабылданған сигналдың деңгейі төмен жолдағы асимптотикалық өрнек көмегімен анықталады[10].

Байланыстың жоғары сапасы үшін байланыстың нашарлауының рұқсат етілген уақытының нормасы:

$$SES = \frac{0{,}054 \cdot R_0}{2500} > T_{\text{инт}} \tag{3.15}$$

мұндағы R_0 - қашықтық, м;

$$SES = \frac{0{,}054 \cdot 900}{2500} = 19{,}44 \cdot 10^{-2}\%$$

$19{,}44 \cdot 10^{-2}\% > 626 \cdot 10^{-10}\%$ шарт орындалды, сондықтан аралық байланыс тұрақты.

3.5 LTE желісінің байланыс схемасы

Мобильді абоненттік радио байланысы бар желіні жоспарлаудың негізгі кезеңі жиілікті-аумақтық жоспарлау кезеңі болып табылады, оның барысында желілік құрылым және базалық станциялардың орналасуы таңдалады, базалық станциялар үшін радиожиілік жиілігін қайта бөлудің жоспары жасалады, жоспарланған қызмет аумағының аумақтық және жиілік шектеулеріне бейімделеді.

Біріншіден, желіні жоспарлау аймағында eNB базалық станцияларын орналастыру үшін жағдайлық жоба жасау қажет. ENB базалық

станцияларының саны аз, олар жоспарланған аумақтағы тығыз қоныстанған аудандарға тұрақты радио сигналын беру үшін 3 дана құрайды. Осылайша, барлық eNB-лар келесі сипаттамаларға ие желі жасалды:

- әр таратқыштың қуаты 40 Вт;
- антеннаның аспалы биіктігі - 18 метр;
- TRX трансиверлерінің саны - 3 (әр секторға бір);
- бір секторға арналған жүйелік диапазон 25 МГц (магистраль үшін - 10 МГц және төмен қарай - 10 МГц);
- төменгі сызық 4 × 2 MIMO технологиясын қолдайды;
- өткізу қабілеті: төмен - 102,9 Мбит / с, байланыс - 54,87 Мбит / с.

Жиілік дизайнын жасаймыз. Жоспарланған желі 880 - 960 МГц жиілік жолағын алып тастады, жиілік диапазонының ені - 80 МГц. Кез-келген eNB секторын 25 МГц атап өту керек. Осылайша, қол жетімді өткізу қабілеттілігі 25 МГц 3 бөлікке бөлінеді, сонымен қатар әртүрлі секциялардағы сигналдардың бір-біріне сәйкес келмеуі үшін қорғаныс жиілік жолақтары бар. Диапазонның 3 бөлігінің әрқайсысына салыстырмалы нөмір береміз және жиілік ниетін жасау нәтижелері 3.2 кестеде келтірілген.

3.2 кесте - LTE желісінің жиілік жоспарлануы

eNB нөмірі	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету аймағы, м	Жиілік спектрінің шартты бөлік нөмірі
1	1.1	60	900	1
	1.2	180	900	2
	1.3	300	900	3
2	2.1	60	900	1
	2.2	180	900	2
	2.3	300	900	3
3	3.1	60	900	1
	3.2	180	900	2
	3.3	300	900	3

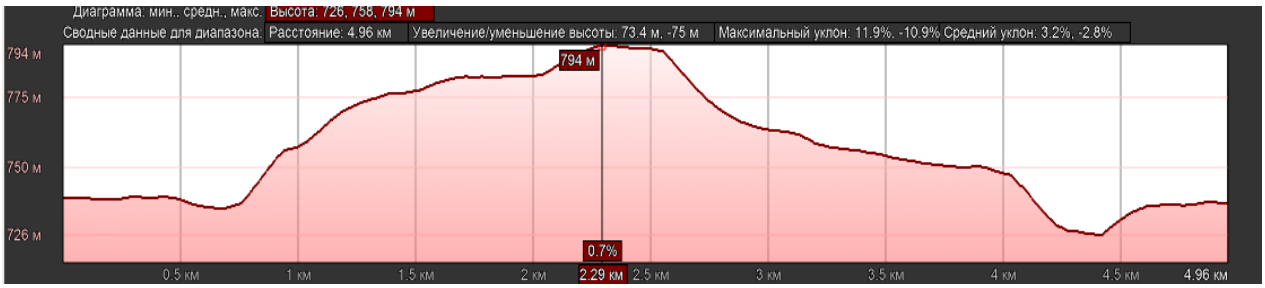
Кейін берілген LTE желісі қолданысқа енеді, желіні оңтайландыру кезеңі басталады, оның барысында орындалған жоспарлауды түзетуге болады, атап айтқанда, желінің көлемін ұлғайту, радио модульдердің аспалы биіктігін өзгерту, радио модульдердің радиациялық қуатын азайту немесе арттыру.

3.5 суретте көрсетілген Зерделі микроорионында LTE жобаланатын желінің номиналды ұялы жоспарын құрамыз.

3.5 сурет - Зерделі микроорионында ұсынылған LTE желісін жобалау жоспары

Есептік желінің өткізу қабілеттілігіне сәйкес, бастапқы кезеңінде Зерделі ықшам ауданында LTE технологиясын қолдана отырып, кеңжолақты қатынау ұйымдары үшін радиожиілік аймағын анықтауға арналған ақпараттық жүктеме, 3 базалық станция қажет болады. Желі іске қосылғаннан кейін желіні оңтайландыру кезеңі басталады, оның барысында Huawei Technologies қосымша RRU 3908 радио модульдерін орналастыру арқылы базалық станциялардың өткізу қабілеттілігін арттыруға болады.

3.6 сурет - Бірінші базалық станция бағытындағы жер бедері



3.7 сурет - Екінші базалық станция бағытындағы жер бедері

3.8 сурет - Үшінші базалық станция бағытындағы жер бедері

3.5 – 3.8 суретте Базалық станция орналасуы «Google Earth» программасы арқылы жер бедері анықталды. Жер бедері есептеуде жүргізген станция биіктігіне сәйкес келеді. Базалық станциялар көп қабатты үйлердің үстіне орналасады. Антенна мен станция оптикалық кабель көмегімен қосылған.

Seamcat-да трансивер желісін модельдеу үшін келесі деректерді енгізу керек:

3.3 кесте - Seamcat-да трансивер желісін модельдеу үшін «Huawei DBS 3900» платформасының қысқаша техникалық сипаттамасы

Параметрлер	Ерекшеліктер
Жұмыс жиілігінің диапазоны	880–915 МГц и 925–960 МГц 873–880 МГц и 918–925 МГц
Сыйымдылығы	Бөлек шкаф ең көп қолдайды: екі BBU3900 негізгі жиілік бірлігі, алты RFU және 12 GSM-R тасымалдаушысы
Электр қуатын беру	918-925 МГц: 2 х 60 Вт 925-960 МГц: 2 х 80 Вт

3.3 кестенің жалғасы

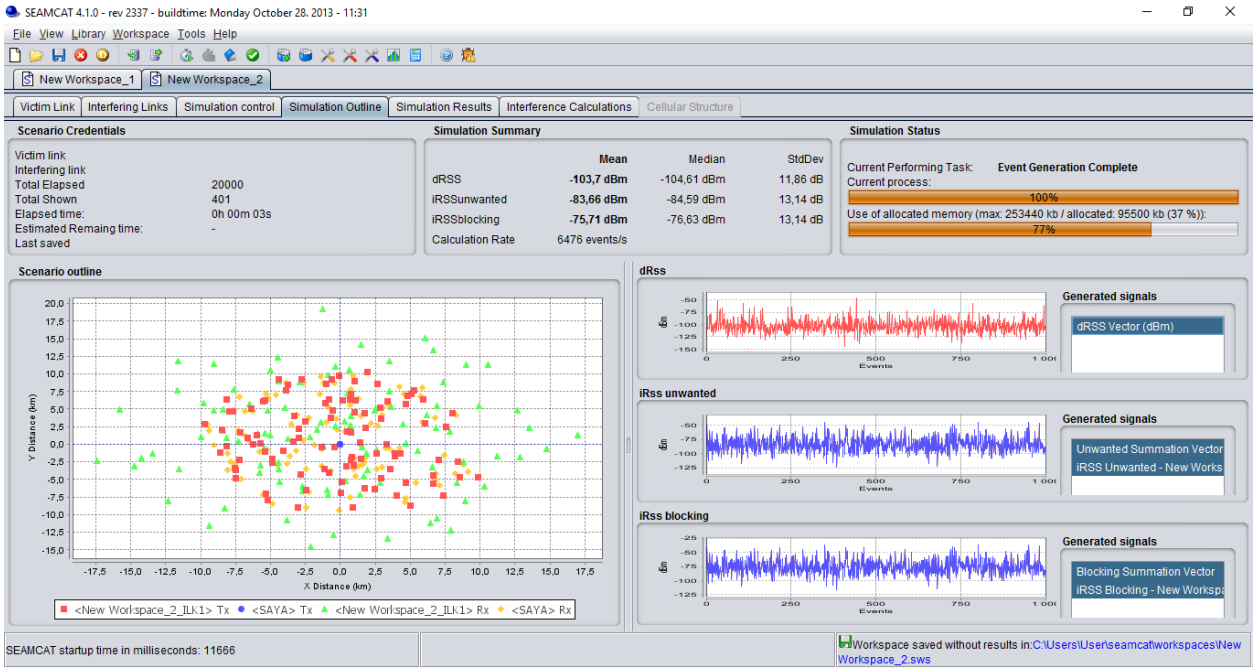
Параметрлер	Ерекшеліктер
Қабылдағыштың сезімталдығы	918–925 МГц: бір антенна: -112,5 дБм, екі антенна: -115,5 дБм 925–960 МГц: бір антенна: -113,4 дБм, екі антенна: -116,4 дБм

3.9 суретте Seamca жүйесінде:

- ILT (интерференциялық байланыс таратқышы, қызыл квадрат) - бір-бірінің арасындағы кеңістікте және кедергілер таратқыштары әсер ететін интерференциялық рецепторлар желісінің (VictimSystemLink Tx) таратқышымен біріктірілген кедергі таратқыштар;

- ILR (интерференциялық байланыс қабылдағышы, жасыл үшбұрыш) - Tx (ILT) үш кедергісі бар белсенді байланыста болатын кедергі сызығын қабылдағыштар;

- VictimSystemLink Rx (қоңыр ромбтар) - таратқышпен белсенді байланысқа түсетін рецепторлық желі қабылдағыштары (VictimSystemLink Tx).



3.9 сурет – Seamcat жүйесінде алынған мәліметтер

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Еңбек шартын талдау

Бұл дипломдық жұмыста «LTE жүйесінің базалық станцияларының қамту ауданын теориялық сандық негізде жоспарлау» LTE технологиясына негізделген интернет-желі құрамын. Бұл технология Интернет үшін есте қаларлық, ол бүкіл әлемде бар, және заттардың интернет-технологияларын енгізу әлдеқайда оңай және баяу жасалады. Заттарды Интернет технологиясы-бұл біз таныс құрылғылар мен заттарды дамытудағы жаңа кезең. Ол LTE арқылы Интернетте барлық осы гаджеттерге қолжетімділікті қамтамасыз етеді және түрлі өндірістік процестерді оңтайландыруға, өнімділікті бақылауға және тікелей адами өнімділік пен оның қызметін төмендетуге мүмкіндік береді. Жұмыс күнінің ұзақтығы 8 сағатты құрайды. Қазақстан Республикасы Еңбек кодексінің 1 - тарауына сілтеме жасай отырып, жұмыс уақыты-қызметкер жұмыс берушінің актілеріне және еңбек шартының талаптарына сәйкес Еңбек міндеттерін орындайтын уақыт, сондай-ақ осы Кодекске, Қазақстан Республикасының өзге де нормативтік құқықтықактілеріне, ұжымдық шартқа, жұмыс берушінің актісіне сәйкес жұмыс уақытына жатқызылған өзге де уақыт кезеңдері. 68-бабына сәйкес, жұмыс уақытының қалыпты ұзақтығы 40 сағаттан аспауы тиіс апта. Сүйене отырып, бұған, 5-күндік жұмыс аптасының жұмыс күнінің ұзақтығы 8 сағаттан аспауы тиіс, ал при 6 дневной – 7 сағат. Бұл бөлімде біз мыналарды қарастырамын және шешемін:

- базалық станцияның антенналарын орналастыру бойынша талаптар
- электр тогы қауіпсіздігі
- қорғаныстық жерге тұйықтау

4.1.1 Базалық станцияның антенналарын орналастыру бойынша талаптар

Базалық радиотелефондық байланыс станциялары жер учаскелерінде 25 метрден 50 метрге дейінгі биіктіктегі тіректер түрінде немесе қолданыстағы ғимараттардың төбесінде орнатылуы мүмкін, әдетте осы аумақта ең жоғарыларына. Бұлар өндірістік ғимараттар, қазандықтар және көп қабатты тұрғын үйлер болуы мүмкін. Осы рұқсаттарды дайындаған кезде, жергілікті билік органдары да, ұйымдар жұмыс істейтін ұйымдар да тұрғындардың және тұрғын үйлердің иелері болып табылатын тұрғындардың пікірін ескереміз.

Санитарлық ережелер БС-ны қолданыстағы ғимараттарға (тұрғын үйлердің шатырларын қоса) орналастыруға тыйым салмайды. Аумақтарда жоғары ғимараттар болмаған жағдайда, БС биіктігі 25 метрден 45 м биіктікте немесе қазандықтардың, радио және теледидар мұнараларының бар құбырларына орнатылуы мүмкін. БС – ны ұйымдастырудың негізгі міндеті, оның абоненттеріне тұрақты қосылуын қамтамасыз етуден басқа, БС – ны енгізу және пайдалану кезінде 10 мкВ/см^2 астам адамның орналасқан жерінде

электромагниттік энергия ағынының тығыздығын болдырмау болып табылады. Қазіргі кезеңде электромагниттік өрістің бұл деңгейі адам ағзасына жағымсыз әсер ете алмайтындығы дәлелденді.

Базалық станциясы үшін санитарлы-қорғаныс аймағы максималды жүктемеге қарай анықталады. Базалық сстанцияның өрістік әсері тұрақты емес, ол желінің жүктемесіне сондай-ақ қызмет көрсету аясындағы активті ұялы телефондардың санына байланысты өзгеріп отырады. Түнде бұның мөлшері аз болады, ал күндіз жоғарылайды. Аккредиттелген зертханалар, соның ішінде азаматтардың өтініштері бойынша жұмыс істейтін базалық станциялар мен кең ауқымды өлшеу тәжірибесі ұялы байланыс базалық станцияларының максималды қуат деңгейіне жетпейтінін және жобаға енгізілген есептік санитарлық қорғау аймақтарын қайта қарауды талап етпейтінін көрсетеді.

4.1.2 Электр тогы қауіпсіздігі

Электр тогы қауіптің жасырын түрі болып табылады, өйткені электр тогының жақсы өткізгіштері болып табылатын жабдықтың тірі және жанды емес бөліктерінде анықтау қиын. Магнитудасы 0,05А-дан асатын ток адам өміріне қауіпті деп саналады, 0,05А-дан аз ток қауіпсіз болады (1000 В дейін) [11].

Электр тогының соғуын болдырмау үшін негізгі қауіпсіздік ережелерін мұқият зерттеген адамдар ғана жұмыс істей алады.

Кеңсе ғимаратында электр қауіпсіздігі ережелеріне сәйкес электр сымдарының, қауіпсіздік панельдерінің, сымдарының күйі үнемі қадағаланады, олардың көмегімен компьютерлер мен басқа да электр құрылғылар электр желісіне қосылған.

Барлық САШ жабдықтары бар электр қондырғылары адамға үлкен қауіп төндіреді, өйткені пайдалану немесе алдын-алу жұмыстарын жүргізу кезінде адам тірі бөліктерге тиіп кетеді. Электр қондырғыларының белгілі бір қауіптілігі - ток өткізгіштер, оқшауламаның бұзылуы (бұзылуы) нәтижесінде энергияға айналған электр өткізгіштер, жабдықтың басқа қоршамалары адамға қауіп туралы ескертетін ешқандай сигнал бермейді. Адамның электр тогына реакциясы соңғысы адам ағзасынан өтетін кезде пайда болады. Электр жарақатының алдын алу үшін қолданыстағы САШ электр қондырғыларына техникалық қызмет көрсету, жөндеу, монтаждау және профилактикалық қызметтердің дұрыс ұйымдастырылуы өте маңызды.

Бөлменің санатына байланысты электр жабдықтарын пайдалану және жөндеу кезінде қажетті электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін белгілі бір шаралар қабылданады.

САШ-та статикалық электр тогының разряд тогы көбінесе жабдықтың кез-келген бөлігіне тигенде пайда болады. Мұндай разрядтар адамдарға қауіп төндірмейді, бірақ жағымсыз сезімдерден басқа, олар интегралды микроэлектроника негізінде жасалған жабдықтың істен шығуына әкеледі.

Статикалық электр энергиясының пайда болатын зарядтарын азайту үшін технологиялық қабаттардың жабыны бір қабатты поливинилхлоридті антистатикалық линолеумнен жасалады. Қорғаудың тағы бір әдісі - статикалық электр зарядын иондалған газмен бейтараптандыру. Радиоактивті детекторлар өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. САШ-та статикалық электрден қорғаудың жалпы шаралары жалпы және жергілікті ауаны ылғалдандыруды қамтиды.

Электр тогынан қорғаудың ең тиімді құралы - жерге қосу. Жабдықтар бөлмесінде жабдықтарды жерге орналастыру:

- оқшаулау бұзылған жағдайда персоналды электр тогының соғуынан қорғаузащиты оборудования систем связи от электростатических разрядов;

- тарату жүйесінің жабдықтарын электромагниттік кедергілерден қорғау.

Сөрелер, изоляторлары бар металл кронштейндер, теледидарлық антенна құрылғылары, сондай-ақ шкафтардың, кресттердің, консольдердің және байланыс құрылғысының басқа металл құрылымдарының металл бөліктері жерге тұйықталған. Электр кернеуі 42 В жоғары электр қондырғылары орнатылған металл шкафтар, рамалар және басқа металл конструкциялар кернеуі 380/220 В нөлдік электр желісіне қосылу арқылы қорғаныс жерге тұйықталған [10].

4.1.3 Өрт қауіпсіздігі

Күніне орташа есеппен 45 000 адам біздің планетада қатты найзағай ойнауға мүдделі. Найзағай - бұл атмосфералық электр разрядының бір түрі, ол әдетте найзағай кезінде байқалады және күшті жоғалту факторларына ие. Найзағай соққыларының қарқындылығы, атап айтқанда, найзағайдың жылу әсерінен ғимараттың немесе құрылыстың жарылуына немесе өртенуіне байланысты. Жарылыс және өрт қаупі бар объектінің болуы қирау, адам өлімі, мүліктің бүліну қаупін тудырады. Бұл ғимараттар мен құрылыстардың қауіпті биіктігі, тікелей найзағай, биіктік, объект ықтималдығы жоғары. Осыдан кейін әр елде найзағайдан қорғайтын құжаттар мен ережелер жиынтығы бар.

Найзағайдан қорғау - оларды найзағайдан болған апаттардан, өрттерден қорғайды. Өнеркәсіпте және азаматтық құрылыста қолданылатын қорғаныс шаралары мен құрылғыларының жүйесі.

Ғимараттарға немесе құрылыстарға арналған найзағайдан қорғайтын құралдар кешені найзағайдан қорғайтын және найзағайдың қайталама әсерінен қорғайтын құрылғылардан тұрады.

Найзағайдан қорғаныс жүйесі құрылымнан бөлек тұруы мүмкін, қорғалған құрылымға орнатылуы мүмкін, сонымен қатар оның бөлігі бола алады. Тікелей соққыдан найзағайдан қорғаныс құралы, бұл ғимараттар найзағай соққыларынан қорғалған, ішінде қорғаныс аймағын құрып, токты жерге бағыттап, электрлік разрядты құрылғыны сенімді түрде алу. Сайтта орнатылған найзағай найзағайдан, ток кабелінен және жерге тұйықталудан тұрады.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Базалық станция жабдықтың электр қауіпсіздігі шараларын әзірлеу

Базалық станция 220В / 380В желісімен 1500 кВА қосалқы станциямен қоректенеді:

1) қуаттылығы 1500 кВА қуатты қосалқы станцияның қосылыстар - «жұлдыз-үшбұрыш» трансформаторы,

2) қосалқы станциядан контейнерлік-аппараттық кірістерге дейінгі кабель: 4 желі, l = 100м, 3х50 + 1х35, AL.

Қалқаннан қабылдағышқа l = 35м, 4х2.5, AL.

3) қозғалтқыштың номиналды қуаты - 1,5 кВт;

η = 87,5%;cos φ= 0,9; J бастау / $J_{\text{ном}}$ = 7.5.

4) қабылдағышты қорғау - сақтандырғыш сілтемелер.

4.1 кесте - қорғаныс автоматикасының рұқсат етілген ең ұзақ уақыты электр қуатын өшіру

Номиналды фазалық кернеу U,В	Өшіру уақыты, с
220	0,4
380	0,2

$J_{\text{кз}}$ есептеу формула бойынша жасалады:

$$J_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\text{Ф}}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{\text{П}}} \qquad (4.1)$$

мұндағы $Z_{\text{П}}$ формула бойынша анықталады:

$$Z_{\text{П}} = \sqrt{(R_{\text{Ф}} + R_H)^2 + (X_{\text{Ф}} + X_H + X_{\text{П}})^2} \qquad (4.2)$$

Жерге қосуды есептеу кезінде Z_T 4.2 кестесінен алынады. Бұл жағдайда Z_T = 0.077 Ом.

4.2 кесте - Z_T, Ом, үш фазалы май орамаларының есептелген кедергілерінің шамаланған шамалары

Трансформатор қуаты, кВА	Жоғары вольтты орамалардың номиналды кернеуі, кВ	Z_T тізбегі бар орамалы қосылыстар, Ом	
		Y/Y_H	Δ/Y_H Y/Z_H
25	6-10	3,110	0,906

4.2 кестенің жалғасы

Трансформатор қуаты, кВА	Жоғары вольтты орамалардың номиналды кернеуі, кВ	Z_T тізбегі бар орамалы қосылыстар, Ом	Трансформатор қуаты, кВА	
		Y/Y_H	Δ/Y_H	Y/Z_H
40	6-10	1,949	0,562	
63	6-10	1,237	0,360	
	20-35	1,136	0,407	
100	6-10	0,799	0,226	
	20-35	0,764	0,327	
160	6-10	0,487	0,141	
	20-35	0,478	0,203	
250	6-10	0,312	0,090	
	20-35	0,305	0,130	
400	6-10	0,195	0,056	
	20-35	0,191	—	
630	6-10	0,129	0,042	
	20-35	0,121		
1000	6-10	0,081	0,027	
	20-35	0,077	0,032	
1600	6-10	0,054	0,017	
	20-35	0,051	0,020	

1. Қуат қабылдағыштың Р қуатын біле отырып, біз қабылдағыштың номиналды тогын есептейміз $J_{\text{нэл.пр.}}$:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_H \cdot J_{\text{нэл.пр.}} \cdot \cos\varphi / 1000 \quad [\text{кВт}]; \tag{4.3}$$

$$J_{\text{нэл.пр.}} = 1000 \cdot P / \sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi \quad [\text{А}]; \tag{4.4}$$

мұндағы Р - қабылдағыштың номиналды қуаты, кВт;

U_H - Номиналды кернеу, В;

$\cos\varphi$ - белсенді қуатты алу үшін токтың қай бөлігі пайдаланылатынын және магниттелетінін көрсететін қуат коэффициенті.

$$J_{\text{нэл.пр.}} = 1000 \cdot 15 / \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0{,}9 = 28{,}3 \ \text{А}$$

2. R_H және R_Φ белсенді қарсылықтарын есептеу үшін алдымен нөлдік және фазалық өткізгіштердің көлденең қимасын, ұзындығын және

материалын таңдау керек. Түсті металл өткізгіштердің кедергісі 4.5 формуласымен анықталады:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad [\text{Ом}] \tag{4.5}$$

$R_{\Phi 1} = 0{,}028 \cdot 100/50 = 0{,}056$ [Ом];
$R_{\Phi 2} = 0{,}028 \cdot 35/2{,}5 = 0{,}392$ [Ом];
$\sum R_{\Phi} = 0{,}056 + 0{,}392 = 0{,}448$ [Ом];
$R_{H1} = 0{,}028 \cdot 100/35 = 0{,}08$ [Ом];
$R_{H2} = 0{,}028 \cdot 35/2{,}5 = 0{,}392$ [Ом];
$\sum R_{H} = 0{,}08 + 0{,}336 = 0{,}472$ [Ом];

3. Мыс және алюминий өткізгіштері үшін фазалар мен бейтарап өткізгіштердің X_{Φ} және X_H өткізгіштерінің ішкі индуктивті кедергісі аз және 0,0156 Ом/км құрайды, яғни

$$X_{\Phi} = 0{,}0156 \cdot 0{,}13 = 0{,}0020 \text{ Ом};$$
$$X_H = 0{,}0156 \cdot 0{,}13 = 0{,}0020 \text{ Ом};$$

Тәжірибелік есептеулер кезінде фазалық-нөлдік циклдің сыртқы индуктивті кедергісінің мәні 0,6 Ом / км деп қабылданады.

4. Сақтандырғыштың номиналды тогын анықтаймыз:

$$J_{\text{нпл.вст.}} = 4\text{A}$$

5. Қысқа тұйықталу тогының күтілетін шамасын анықтаймыз:

$$J_{\text{кз}} > J_{\text{нпл.вст.}} = 3 \cdot 4\text{A} = 12\text{A}$$

6. Біз фазалық нөлдік циклдің сыртқы индуктивті кедергісін анықтаймыз, индуктивті кедергісінің мәні 0,6 Ом / км деп қабылданады.

$$X_{\Pi} = 0{,}6 \cdot 0{,}13 = 0{,}078 \text{ Ом}$$

7. «Фазалық нөл» Z_{Π} циклінің және қысқа тұйықталу тогының кедергісін есептейміз:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(0{,}448 + 0{,}472)^2 + (0{,}0020 + 0{,}0020 + 0{,}078)^2} = 0{,}925 \text{ Ом}$$

$$J_{\text{КЗ}} = \frac{220}{\frac{0{,}077}{3} + 0{,}925} = 186{,}17 \text{ А}.$$

Қорғаныс сенімді жұмыс істеуі үшін жағдайдың бар-жоқтығын тексеріңіз[11]:

$$J_{\text{кз}} > J_{\text{нпл.вст.}};\ \ 186{,}17 > 9\text{А};$$

Көріп отырғаныңыздай, $J_{\text{кз}}$ сақтандырғыштың номиналды тогынан үш есе көп, сондықтан корпусқа қысқартылған кезде сақтандырғыш 5 ... 7 с-тан кейін жанып, зақымдалған фазаны өшіреді.

4.2.2 Қорғаныстық жерге тұйықтау есебі

Жерге қосу есептегіші жерге тұйықтағыш өткізгіштер санын және жерлендіргіш жолдың ұзындығын жерлендірудің рұқсат етілген кедергісі негізінде анықтауға дейін азаяды. Мұнарада 220 В / 50 Гц желісінен қоректенетін секторлық антенна және RRL бар.

Егер найзағай кезінде адамдар олардың жанында болуы мүмкін болса, найзағайдан қорғайтын жерге қосу сымының кедергісі 10 Ом-дан аспауы керек. Ал PUE сәйкес жерге қосу құрылғысының рұқсат етілген кедергісі 4 Ом құрайды.

Есептеуді біртекті топырақта жүргіземіз, онда топырақтың белгілі бір топыраққа төзімділігі $\rho_{\text{расч}} = 100$ Ом · м болады.

Топтық электродтық жүйенің тарату кедергісі, олар 4 және 10 Ом аспауы керек:

$$R = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{г}}}{R_{\text{в}} \cdot \mu_{\text{г}} + R_{\text{г}} \cdot \mu_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}}} \tag{4.6}$$

мұндағы $R_{\text{в}}, R_{\text{г}}$ - вертикалдың шашырауына кедергісі және көлденең электродтар, Ом;

$\mu_{\text{г}}, \mu_{\text{в}}$ - көлденең және тік электродтарды қолдану коэффициенттері;

$n_{\text{в}}$ - тік электродтардың саны.

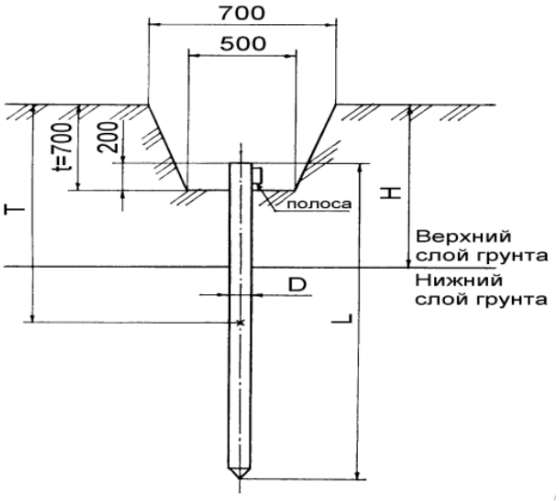
Жерге тұйықталған жерлендіру жүйесі ретінде біз әдетте қалыңдығы кемінде 3,5 мм (диаметрі 5-6 см) және ұзындығы 2,5 - 3,0 м болатын қатты жерлі құбырларды қолдана отырып, дөңгелек жерге тұйықтағышты таңдаймыз.

Тік жерге шашыраудың кедергісі мына формула бойынша анықталады:

$$R_{\text{з}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi l_{\text{в}}}\left(ln\frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d} + \frac{1}{2}lg\frac{4t + l_{\text{в}}}{4t - l_{\text{в}}}\right) \tag{4.7}$$

мұндағы $l_в$- тік жерге қосу ұзындығы, оны 3 м-ге тең қабылдаймыз;
d - диаметрі ируби (50 мм);
t - жер бетінің тереңдігі (0,8 м).

$$R_з = \frac{100}{2\pi 3}\left(ln\frac{2\cdot 3}{50} + \frac{1}{2}lg\frac{4\cdot 0.8+3}{4\cdot 0.8-3}\right) = 34.52 \text{ Ом}$$



4.1 сурет - Тік жерге тұйықтағыш

Біз жерге тұйықтағыш өткізгіштердің өзара «кедергі» құбылысы деп аталатын бір-біріне қарсы өзара кедергісін есепке алмай есептейміз. $R_1 > R_д$ кезінде параллель қосылған бірнеше жасанды жерге қосу өткізгіштерін пайдалану қажет[12]:

$$n' = \frac{R_з}{R_д} = \frac{34,52}{4} = 8,3 \approx 8 \qquad (4.8)$$

Тік электродтарды қосу үшін және өздігінен жүретін электрод ретінде кем дегенде 4·12 мм қимасы бар жолақ қолданылады.

Көлденең саздан жасалған қондырғының диссекциясына кедергі формула бойынша анықталады:

$$R_г = \frac{\rho}{2\pi L_г} ln\frac{{L_г}^2}{dt} \qquad (4.9)$$

мұндағы $L_г$ - көлденең жердің ұзындығы.

Тік жерге тұйықталған электродтарды қосатын жолақтың ұзындығы мына формула бойынша есептеледі:

$$L_г = 1{,}05 \cdot a \cdot n \qquad (4.10)$$

мұндағы n - электродтардың саны;

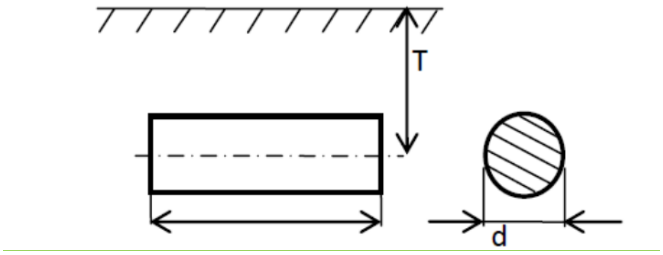
а - 2-ге тең алынған электродтар арасындағы қашықтық.

$$L_г = 1{,}05 \cdot 2 \cdot 8 = 16{,}8 \text{ м}$$

Темірді жолақ үшін, көлденең жерге тұйықтағыш

Ені b = 100 мм, d = 0.5b

$$R_г = \frac{100}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 16{,}8} ln \frac{16{,}8^2}{0{,}5 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}8} = 3.6 \text{ Ом}$$



4.1 сурет – Көлденең жерге тұйықтағыш

Кестеден тік және көлденең электродтарды пайдалану коэффициенттерін анықтаймыз: $\mu_в$= 0.4; $\mu_г$ = 0,63

Формуладан табылған мәндерді салыстыра отырып, жерге тұйықтау кедергісін аламыз[13].

$$R = \frac{34{,}52 \cdot 3{,}6}{34{,}52 \cdot 0{,}4 + 3{,}6 \cdot 0{,}63 \cdot 8} = 3{,}4 \text{ Ом}$$

Топтық жерге қосу қосқышының кедергісі электр қондырғысының ережесінде белгіленген рұқсат етілген кедергіден аз, сондай-ақ жерге тұйықтау құрылғысының қауіпсіздігін арттыратын найзағайдан қорғаныс кедергісі аз.

Пайдалану кезінде жерге тұйықталған электродтың сымдарын есептік мәннен асып түсіру және жерге қосу сымдарының тұтастығын бұзу мүмкіндігі жоққа шығарылмайды.

Аталған қауіпті болдырмау үшін қорғаныс жерге қосу элементінің күйін және жерге қосу құрылғысының мерзімді кедергісін мұқият қадағалау қажет.

4.2.3 Өрт сөндірудің алғашқы құралдарына қажеттілікті есептеу

Өрт сөндіру, біріншіден, өрт сөндірушілердің санының себебін анықтау керек, олар көлікті өрттің жай-күйі туралы есеп шығаруды қажет етеді,

өйткені өрт сөндіргіштердің зорлық-зомбылығы салдарынан адамдардың техниканы қорғауына кедергі келтіреді.

Жеке құрам контейнері ұнтақты өрт сөндіргішке орнатылады, өрт сөндірудің бесінші ерекшелігі:

- 6,5 кг дейін жаппай сөндіру;
- корпустағы жұмыс қысымы, МПа 1.4;
- 100 маусымда сөндіретін ұнтақты жеткізу, кем дегенде 10; - ұзындығы саптамалары кемінде 4 м;
- мм тереңдікте: кемінде 150 * 205;
- салмағы кг, 7-ден аспайды;
- қарапайым кустутуспиндала В, 2 м, кем дегенде 4;
- және орташа температура 100-40 + 50; 55

5-опталы ұнтақты өрт сөндіргіші қатты, сұйық немесе газ тәрізді заттардан (А, В және 100 немесе 100 және В, ұнтақ түріне байланысты) отты сөндіруге арналған.

Өрт сөндіру жабдығына жүктеу және сақтау орнында тігінен де, көлденең де орналаспайды[3].

$$m_d = k \cdot g_n \cdot V \tag{4.11}$$

мұндағы k = l,2 - құрамның жоғалуы ескерілмеген өтемақы коэффициенті:

g_n = 0.4 - құрамның стандартты массалық концентрациясы;

V - бөлменің көлемі.

$$V = a \cdot b \cdot h \tag{4.12}$$

$$V = 4 \cdot 3 \cdot 2.5 = 30 \text{ м}^2$$

$$m_d = \text{l},2 \cdot 0{,}4 \cdot 30 = 14{,}4 \text{ кг}$$

Цилиндрлердің ξ саны 10 литрлік цилиндрдің сыйымдылығын есептеу кезінде 6,5 кг ұнтақ құрамынан тұрады.

14,4 / 6.5 ≈ 3 баллон

Детектор ретінде біз DIP-34PA түтіннің детекторын қолданамыз. «DIP-34PA» оптикалық-электронды детекторы әр түрлі ғимараттар мен құрылыстардың жабық кеңістігінде төмен концентрациялы түтіннің пайда болуымен бірге ерте анықтауға арналған. «Өрт», «Шаңдылық», «Назар аудару», «Ақаулық», «Ажыратылған», «Тест» хабарламаларын беру.

Бөлменің биіктігі 2,5 м, бір детектормен басқарылатын аумақ 5 м^2 құрайды. Бөлмедегі DIP-34PA детекторларының санын формула бойынша анықтаймыз:

$$M = \frac{S}{S_0} \tag{4.13}$$

мұндағы S - бөлменің ауданы;

S_0 - бір DIP-34PA басқаратын аймақ.

$$M = \frac{4 \cdot 3}{5} = 2{,}4 \approx 3 \text{ шт}$$

Контейнерге 3 детектор орналастырылады.

Автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін қоспасы салмағы 6,5 кг және жұмыс қысымы 1,4 МПа болатын 10 литр сыйымдылығы бар 3 контейнер қажет.

5 Бизнес план

5.1 Түйіндеме

Дипломдық жобаның осы тарауында Алматы қаласында Зерделі ықшым ауданынды LTE технологиясын қолдана отырып сымсыз қосылуды ұйымдастырудың техникалық-экономикалық негіздемесі келтірілген.

Жобалық құжаттарды әзірлеу және байланыстың дамуының экономикалық және қаржылық көрсеткіштерін есептеу кезінде келесі негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштер есептеледі:

- күрделі салымдар;
- пайдалану шығындары;
- тарифтік түсімдер;
- жобаның пайдасы мен өтелу мерзімі

5.2 Компания және сала

LTE желісін жоспарлау кезінде, ең алдымен, көліктік желі мен E-UTRA радио байланысы желісі құрылысының қорытындылары қалай сатылатындығын анықтау қажет.

Салыстыру үшін біз коммуникацияны ұйымдастырудың үш жетекші нұсқасын таңдаймыз:

1. LTE желісінің кілтін салу. Бұл жағдайда байланыс операторы LTE желісіне біріктірілетін барлық байланыс құралдарының құрылысын жүзеге асырады.

2. Базалық станцияларды жабдықтаудан басқа, байланыс операторларының барлығын сыртқы операторлардан жалға алу әдісімен LTE желісінің құрылысы. Жалға алынған объектілер: базалық станцияларға және көліктік желінің барлық компоненттеріне арналған тіректер.

3. LTE желісін әмбебап техникамен құру. Бұл опция жоғарыда аталған желіні құру әдістерінің екеуін де қамтиды.

LTE желісін жобалауға қатысатын телекоммуникациялық оператор - жоспарлау аймағында «Қазақтелеком» АҚ-дан көлік желісінің қажетті бөлігін жалға алатын, ал қалған бөлігін «Кар-Тел» компаниясы салатын «Кар-Тел» АҚ (Beeline) компаниясы болып табылады делік. Бұл жағдайда LTE желісін құрудың әмбебап тәсілі өте қолайлы.

Бұл жұмыста біз өндірушінің жабдықтарын қарастырамыз:

«Huawei Technologies».

5.3 Қаржылық жоспар

5.3.1 LTE желілері ұсынатын қызметтердің ауқымы

LTE желілері ұсынатын қызметтер 2G / 3G желілерімен салыстырғанда кеңірек. Бұл ең алдымен желінің өткізу қабілеттілігінің жоғары болуымен және деректерді беру жылдамдығының артуымен, сондай-ақ «бүкіл IP-мен» тұжырымдамасына көшуге байланысты. LTE желісі ұсынатын негізгі қызметтер:

- пакеттік дауыс;
- Интернет-файлдарды жіберу;
- электрондық поштаны жеткізу;
- мультимедиялық хабарларды тарату;
- мультимедиялық хабар тарату, соның ішінде ағындық қызметтер, файлдарды жүктеу, теледидар қызметтері
- ағынды бейне;
- VoIP және жоғары сапалы бейнеконференциялар;
- әр түрлі типтегі мобильді және тіркелген терминалдар арқылы онлайн ойындар;
- деректемелер мен сәйкестендіру ақпараттарының жоғары берілуімен мобильді төлемдер.

5.3.2 Нарықты талдау

Сату нарығы Зерделі ықшам ауданында тұратын абоненттерді ұсынады. Қысқа уақытта ауданның көп бөлігін қамтуды ескере отырып, көптеген абоненттерді алу мүмкіндігі үлкен.

5.1 кесте – Капиталды шығындар.

Жабдықтың атауы	1 жабдық құны, тг / дана	Жабдықтар саны	Сумма
платформа Huawei 3900	512 840,00	3	1 538 520,00

5.1 кестенің жалғасы

Жабдықтың атауы	1 жабдық құны, тг / дана	Жабдықтар саны	Сумма
Қызметтің оптикалық маршрутизаторы «Huawei BBU 3900A»	350 225,00	3	1 050 675,00
Huawei RRU 3908 трансивер жиынтығы RET антеннасы	512 840,00	3	1 538 520,00
Үздіксіз қуат көзі	2 124 460,00	1	2 124 460,00
19' тіреу	35 000,00	3	105 000,00
Станцияны орнатуға арналған металл бұйымдар мен кабельдер және т.б.	750 000,00	3	2 250 000,00
Барлығы			8 607 175,00

Қазіргі уақытта Қазақстан нарығында бірнеше ірі ұялы байланыс операторлары бар - Beeline, Altel, Tele2. Бұл жұмыста біз жоспарланған тарифтік жоспарларымен және қосымша қызметтермен Beeline операторын қарастырамыз.

Желіні құруға салынған жалпы инвестициялар құрал-жабдыққа, қондырғыға инвестициялар мен тасымалдау шығындарына салынған инвестицияларды қамтиды

$$\Sigma K = K_O + K_П + K_M + K_{TP} \quad (5.1)$$

мұндағы K_O - жабдықты сатып алуға жұмсалатын күрделі салымдар;

$K_П$ - жобалық құны 5% құрайды.

$K_П$ = 8 607 175,00 × 0.05 = 430 358, 75 тг

K_M - жабдықты жұмыс орнына орнату шығындары (жабдық құнынан 5%)

K_M = 8 607 175,00 × 0.05 = 430 358, 75 тг

K_{TP} - көлік шығындары (жабдық құнынан 8%);

K_{TP} = 8 607 175,00 × 0.08= 688 574, 00 тг

ΣК = 430 358, 75+430 358, 75+688 574, 0 +8 607 175,0= 10 156 466, 50 тг

5.3.3 Пайдалану шығыстарын есептеу

Пайдалану шығыстарының құрамына шығындардың мынадай баптары кіреді:

- қызметкерлердің жалақысы. Пайдалану шығыстарына инженерлік–техникалық, басшы қызметкерлердің, қызметшілер мен қызмет көрсетуші персоналдың жалақысына арналған шығыстар енгізіледі;
- әлеуметтік салық;
- өндірістік қажеттіліктерге арналған электр энергиясы;
- амортизациялық аударымдар, яғни ақшалай нысанда кәсіпорынның негізгі қорларының тозуын өтеуге арналған шығыстар;
– үстеме шығыстар. Оларға жарнама, бөлме жалдау және өзге де шығыстар жатады.

Осы байланыс жүйесінің пайдалану шығыстары мынадай формула бойынша айқындалады:

$$Э_P = ФОТ + C_н + M + Э + A + K + H\ , \qquad (5.2)$$

мұнда ФОТ – еңбекақы төлеу қоры;

$C_н$ – әлеуметтік салық және медициналық сақтандыруға арналған аударымдар (ФОТ-тан 9,5%);

М – материалдық шығындар және қосалқы бөлшектер (Ко-дан 0,5%);

А – амортизациялық аударымдар;

Э – электр энергиясына арналған шығындар;

К – кредиттер (банктік шығыстар);

Н – үстеме шығыстар.

5.3.4 Еңбекақы төлеу қорын есептеу

Оператордың қызметін ұйымдастыру үшін қызметкерлердің бастапқы саны 5.3 - кестеде көрсетілген.

5.2 кесте – Штат кестесі

Лауазымы	Саны, адам	Айлық жалақы, теңге	Жылдық жалақы, теңге
Инженер	1	99 000	1 188 000
Электомонтер	2	89 000	1 068 000
Барлығы	3	–	3 324 000

Еңбекақы төлеу қоры мынадай формула бойынша айқындалады:

$$ФОТ = З_{ОСН} + З_{ДОП}, \quad (5.3)$$

мұнда $З_{ОСН}$ – негізгі жалақы;

$З_{ДОП}$ – қосымша жалақы.

$$З_{ОСН} = 3\ 324\ 000 \text{ тенге}$$

Қосымша жалақы (мереке күндеріндегі жұмыс, үстеме және сыйақы) негізгі жалақының 20% құрайды және мына формула бойынша есептеледі:

$$З_{ДОП} = 3\ 324\ 000 \cdot 0{,}2 = 664\ 800 \text{ тенге}$$

Сонда ФОТ болады:

$$ФОТ = З_{ОСН} + З_{ДОП} = 3\ 240\ 000 + 664\ 800 = 3\ 988\ 000 \text{ тенге}$$

Осы жұмысшы персоналдың жалақысы байланыс қызметтерін көрсетуден түскен қаражат есебінен жүзеге асырылады.

Біз жалпы соманы 6 есеге көбейтеміз, өйткені бізге 6 жұмысшы командасы қажет

$$ФОТ = 3\ 988\ 000 \cdot 6 = 23\ 928\ 000$$

5.3.5 Әлеуметтік аударымдарды есептеу

Еңбек ақы қорын есептеу кезінде, зейнетақы аударымдарын шегергендегі жалпы еңбекақы қорының 11% мөлшерінде әлеуметтік салық ескерілуі керек.

Әлеуметтік салық және медициналық сақтандыруға арналған аударымдар мынадай формула бойынша анықталады:

$$C_н = 0{,}095 \times ФОТ, \quad (5.4)$$

Сонда ФОТ-ның 10% - ын құрайтын зейнетақы қорын шегеріп тастағанда, әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар құрайды:

$$C_H = 0{,}095 \cdot [23\ 928\ 000 - (0{,}1 \cdot 23\ 928\ 000)] = 2\ 045844 \text{ тг}$$

5.3.6 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Амортизациялық аударымдар сомасы негізгі қорлар құнының процентімен белгіленетін бірыңғай нормалар бойынша есептеледі. Байланыс жабдығына амортизация нормасы 15% құрайды [13]. Амортизациялық аударымдар мынадай формула бойынша есептеледі:

$$A_O = H_A \times \sum K, \qquad (5.5)$$

мұнда H_A – байланыс саласы үшін амортизациялық аударымдар нормасы 15%;

$\sum K$ – негізгі өндірістік қорлардың баланстық құны.

$$A_0 = 0{,}15 \cdot 10\,156\,466{,}50 = 1\,523\,470 \text{ тг.}$$

5.3.7 Материалдық шығындарды есептеу

Қосалқы бөлшектер мен ағымдағы жөндеуге арналған материалдық шығындар мен шығыстар күрделі салымдардың 0,5% құрайды:

$$M = 0.5 \cdot K \qquad (5.6)$$

$$M = 0.5 \cdot 10\,156\,466{,}50 = 5\ \ 078\,223{,}25$$

5.3.8 Үстеме шығыстарды есептеу

Үстеме шығыстар өзіндік құнның 30% құрайды және мынадай формула бойынша есептеледі:

$$H = 0{,}3 \times (ФОТ + Ос + A_0 + Э + M) \qquad (5.7)$$

$$H = 0.3 \cdot (23\,928\,000 + 2\,368\,872 + 2\,124\,460{,}00 + 1\,523\,470 + 5\ \ 078\,223{,}25) = 10\,506\,646$$

Осылайша, жылдық пайдалану шығыстары:

$$Э_P = 23\,928\,000 + 2\,368\,872 + 5\ \ 078\,223{,}25 + 3 \cdot 2\,124\,460 + 1\,523\,470 + 10\,506\,646 = 49\,778\,592 \text{ тг}$$

5.3.4 Табысты есептеу

Тұтынушы қолданыстағы тарифтер бойынша сатқан байланыстың барлық көлеміне байланыс компаниясы алған қызметтерді сатудан түскен кірістер [14].

Табысты есептеу формула бойынша жасалады:

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} qi \cdot Ui \tag{58}$$

мұндағы qi - физикалық тұрғыдан і-ші қызмет түрінің көлемі;

Ui - қызметтердің І-ші түрі үшін тариф, теңгемен;

n - қызметтер номенклатурасы.

Бұл LTE желісі оған ең көп абонент қосылатын принцип негізінде жасалынған. Жоспарланған LTE желісі абоненттерге дауыстық, видео, SMS, MMS және Интернетке қосылу қызметтерін ұсынады.

Билайн операторының аймақтардағы 4G-ді енгізу туралы статистикасын пайдаланып, халықтың 11% 4G қызметін пайдаланады деп болжаймыз. Зерделі ықшам ауданында тұрғындарының саны 32647 адамды құрайды. Интернетке қосылуға арналған жобаланған желіге қосылған абоненттердің болжамды санын есептейміз ($N_{\text{аб.}}$) [14]:

$$N_{\text{аб.}} = 32647 \cdot 0.11 = 3591 \text{ абонент} \tag{5.9}$$

Интернет желісіне қол жетімділікті ұсынудың есептік тарифтік жоспарлары 5.2 кестеде көрсетілген.

5.3 кесте - Тарифтік жоспарлар және олардың құны

Тарифтік жоспар	Тариф бағасы, тг / ай	Лимит	$N_{\text{аб.}}$абоненттерінің үлесі %	Қосылған пайдаланушылардың болжалды саны
Тариф I	1890	10 Гб	43	1545
Тариф II	2790	20 Гб	29	1041
Тариф III	3490	30 Гб	16	574
Тариф IV	4990	40 Гб	12	431

Интернетке қосылыс қызметтерін ұсынудан түскен жалпы тарифтік кіріс (D) формула бойынша анықталады:

$$D = \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot T_i \cdot 12 \qquad (5.10)$$

мұндағы N_i - тарифтік жоспардың құны;

T_i - осы тарифтік жоспарға қосылған абоненттердің есептік саны.

$$D = (1890 \cdot 1545 + 2790 \cdot 1041 + 3490 \cdot 574 + 4990 \cdot 431) \cdot 12 = 119\ 740\ 680 \text{ тг.}$$

5.4 Жобаның экономикалық тиімділігінің көрсеткіштерін бағалау

Негізгі қызметтен түскен пайда тарифтік кірістер мен операциялық шығындар арасындағы айырмашылық болып табылады және формула бойынша есептеледі[14]:

$$П = Д_Г - Э_Р \qquad (5.11)$$

Пайда есептеу бойынша:

$$\text{П} = 119\ 740\ 680 - 49\ 778\ 592 = 69\ 962\ 088 \text{ тг.}$$

Корпоративтік салық пайданың 15% құрайды. Өкімде қалатын таза табыс қызметтерді сатудан түскен пайда мен корпоративтік салық арасындағы айырма ретінде айқындалады:

$$ЧД = 0.85 \cdot П \qquad (5.12)$$

$$\text{ЧД} = 0{,}85 \cdot 69\ 962\ 088 = 59\ 467\ 774.8$$

Күрделі салымдардың экономикалық тиімділік коэффициентін анықтаймыз:

$$E = \frac{П}{K} \qquad (5.13)$$

Мәндерді қойып, тиімділік коэффициентін есептейміз:

$$E = \frac{59\,467\,774.8}{100\,156\,466,50} = 0.5$$

Өтімділік мерзімін анықтаймыз:

$$T = \frac{1}{E}, \text{ жыл} \quad (5.14)$$

$$T = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ жыл}$$

5.5 Уақыт коэффициентін ескере отырып, экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу

Дисконт нормасы 11% құрайды. Таза дисконтталған табыс (NPV), жобаның пайдалылық индексі (PI), кірістіліктің ішкі нормасы (IRR).

Дисконттау коэффициентін анықтаймын:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (5.15)$$

мұнда r – дисконт нормасы;

t – есептеу қадамының нөмірі (жыл).

Таза ағымдағы құн мынадай формула бойынша есептеледі:

$$PV_t = P_t \cdot \alpha_t \quad (5.16)$$

мұнда P_t – t кезеңіндегі төлемдердің таза ағыны.

Таза дисконтталған табыс (Net Present Value – NPV) ақша ағындарын дисконттау әдістерінің тобына жатады:

$$NPV_t = \sum PV_t - I_0 \quad (5.17)$$

мұнда PV_t – жобаның экономикалық өмірінің ішіндегі ақша ағынының құны[14];

I_0 – жобаға күрделі салымдар.

$$PI_t = \frac{PV_t}{I_0} \quad (5.18)$$

Инвестицияның кірістілігінің ішкі нормасы (IRR) дисконт нормасын (гвн) білдіреді, ол кезде жобадан түскен дисконтталған кірістер инвестициялық шығындарға тең. Осы көрсеткіштер 5.4-кестеде келтірілген.

5.5.1 Инвестициялардың өтелу мерзімі

Инвестициялардың өтелу мерзімі-бастапқы салымдарды толық өтеу үшін қажетті жылдар саны. Көрсеткішті есептеудің жалпы формуласы:

$$t_{ОКУП} = t + \frac{I0 - \sum_{t=1}^{n} CFt}{\sum_{n=1}^{k} CFn} \quad (5.19)$$

мұнда t – мерзім, бұл жерде NPV<1;

$\sum_{t=1}^{n} CFt$ – t кезеңіндегі таза ақша ағындарының сомасы;

$\sum_{n=1}^{k} CFn$ – қалған кезеңдегі ақша ағындарының сомасы.

$$t_{ОКУП} = 2 + \frac{10\,156\,466,50 - (2\,809\,073 + 2\,531\,287,5)}{59\,467\,774.8} = 2,08 \text{ жыл}$$

5.4 кесте – Жоба бойынша көрсеткіштерді есептеу

Көрсеткіштер атауы	2020ж.	2021ж.	2022ж.
Ақша қаражатының таза ағыны, (CF), тг	60 688 692		
Дисконт нормасы (E), салыс.бірл.	1130		
Дисконттау коэффициенті (α_t)	0,9	0,811	0,73
Таза ағымдағы құн (PV), тг	54 619 822	49 157 840	44 302 746
Таза дисконтталған табыс (NPV), тг	11 328 556		
Кірістілік индексі (PI)	0,47	0,43	0,38
Инвестициялық шығындар (K, I), тг	10 156 466, 50	0	0
Кірістіліктің ішкі нормасы (IRR), %			
Өспелі қорытындымен таза ағымдағы құн, тг	-64 735 305	-32 206 352	508 490

Қорытынды(экономикалық бөлім бойынша)

Бұл жобаның өтелімділігінің есептік мерзімі дисконттаусыз 2 жыл, ал дисконттаумен – 2,08 жылды құрайды, бұл 5 жыл нормативтік көрсеткіштерден аспайды. Осылайша, «Кар-Тел» компаниясы болып табылатын абоненттік қатынау желісін жобалауды LTE технологиясы негізінде жасалатын жоба экономикалық тиімді болып саналады.

Жобалаудың негізгі көрсеткіштері

Алынған нәтижелерді талдау бойынша пайдалану шығындары – 49 778 592 теңгені, негізгі қызметтен түскен кірістер – 69 962 088 теңгені, таза кіріс – 59 467 774.8 теңгені құрайтынын көрсетті. Жобаның өтелу мерзімі – 2,08 жыл.

Корытынды

Дипломдық жоба LTE технологиясын қолдана отырып, Зерделі ықшам ауданында сымсыз қосылудың бір нұсқасын қарастырды. Сымсыз инновациялық технологияларды дамытудың маңыздылығы және шағын қалаларда Интернетке қосылу мүмкіндігі талқыланды.

Дипломдық жұмыс LTE желісін жоспарлаудың жалпы сипаттамасын береді. LTE желісін жоспарлау үшін қысқаша техникалық-экономикалық негіздеме ұсынылды, оның барысында желінің «әмбебап» нұсқасы таңдалды.

Ұсынылған LTE көліктік желісінің негізі - желілік трафикті тасымалдауға қызмет ететін IP протоколы. Желі сыйымдылығы есептелді.

Есептеудің негізгі нүктесі 3GTE Release 9-да жарияланған LTE технологиясының спектрлік тиімділігі болды, желінің өткізу қабілеттілігі 1 104 Гбит / с құрады. Жоспарланған желі үшін 791 - 862 МГц жиілік диапазоны таңдалған, дуплекстің түрі - FDD жиілігі. Жоспарланған желіге қызмет көрсететін абоненттер саны есептелді. Бұл тарауда көлік желісіне арналған жабдықты таңдауда, LTE желілері үшін Huawei Technologies компаниясының өнімдеріне артықшылық беріледі. Жоспарланған LTE көлік желісі Ethernet технологиясын, талшықты-оптикалық беру желілерін қолдана отырып жүзеге асырылды.

LTE желісінің жабдықтарын таңдау жасалды. Huawei DBS 3900 мультисервистік платформасын қолдану арқылы іске асырылған Huawei Technologies шешімі LTE желісінің басқару жабдығы ретінде, Huawei Technologies базалық станциясы «Huawei RRU 3908» LTE желілері үшін базалық станциялардың басқа өндірушілері ұсынатын әмбебап радиоқабылдағыш құрал ретінде таңдалды.

Тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі бөлімінде био-қауіпті аймақты есептеу жүргізілді, онда радиацияға ешқандай қауіп төндірмейтіні анықталды.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлігінде күрделі салымдарды есептеу, таза пайда мен пайдалылық. Күрделі шығындарды өтеу мерзімі 32 айды құрайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Mahmoud, K. R.; El-Adawy, M. I.; Ibrahem, S. M. M.; Bansal, R.; Zainud-Deen, S. H. MPSO-MOM: A Hybrid Modified Particle Swarm Optimization and Method of Moment Algorithm for Smart Antenna Synthesis Electromagnetics, Aug. 2014, vol. 28, number 6, pp. 411-426(16)
2. Seungheon Hyeon, Yusuk Yun, Seungwon Choi Novel automatic calibration technique for smart antenna systems Digital signal processing, Jan. 2015, vol. 19, iss. 1, pp. 14-21
3. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. Технология MIMO. Принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия – Телеком - 2014.
4. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Дмитриев В.И. Системы мобильной связи / СПб ГУТ. – СПб,1999. – 330с.
5. Агатаева Б.Б., Сарженко Л.И. Конспект лекции для специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций для студентов всех форм обучения. – Алматы: АУЭС, 2013. – 60 с.
6. Планирование систем мобильной связи: учебное пособие / Г.А. Фокин, В.Ю. Бабков; СПбГУТ. – СПб., 2017. – 183 с.
7. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с.
8. ҚР ҚН 2.04-ХХ-2011. «Табиғи және жасанды жарықтандыру», «ҚазҒСТҚСИ» РМК. – Астана, 2011.
9. ГОСТ 12.1.009-2009 «Электрқауіпсіздігі». Мәскеу гигиена ҒЗИ. Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Ресей 2009.
10. Дюсебаев М.К., Хакимжанов Т.Е., Абдимуратов Ж.С. Еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздігі: Оқу құралы. – Алматы:- АЭжБУ, 2013.-80б.
11. Учебное пособие (для студентов высших учебных заведений специальности "Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды") / И.Ф. Мазалов, Е.М.Тыщенко, М.А.Сералиева. - Алматы: -АУЭС, 2015 – 104 с.: табл. 17, библиогр.- 9 назв.
12. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи, //Радио и связь, - 2000.
13. Расчет амортизационных отчислений // vuzlit.ru: Әр түрлі саладағы жаңалықтар порталы, -Россия, 2017-2019. URL:https://vuzlit.ru/2125363/raschet_amortizatsionnyh_otchisleniy
14. Тарифы на 2020 год // energoservice.kz: ДТОО «Энергосервис» сайты, - Қызылорда, 2019. URL:http://energoservice.kz/news/utverzhden-novyy-tarif-elektricheskuyu222.html