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: 4G ұялы байланыс желісін Аксаринск коттедждік қалашығында күшейтуді жобалау
Мамандығы 5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған Тулеубеков Арман Айдарұлы Тобы РЭТ(МТС)к-16-2
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі доцент. Касимов Абдуразак Оразгелдиевич
(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:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
доцент. Касимов Абдуразак Оразгелдиевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: аға оқыт. Накисбекова 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 жүйелер және желілер кафедрасы

Мамандығы 5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Тулеубеков Арман Айдарұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы 4G ұялы байланыс желісін Аксаринск коттедждік қалашығында күшейтуді жобалау

2019 ж. «11» ___11___ №_147__ университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «____»_____2020__ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):
Жиіліктің мәні f =1800 МГц
Антеннаны бекіту биіктігі $H_{БС}$ = 40 *м*
Спектрлік тиімділіктің мәні С = 15 бит/с/Гц
Қалашықта тұратын адам саны 5972

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе
1. LTE технологиясының эволюциясы
2. Huawei DBS 3900 LTE базалық станциясы
3. Есептеу бөлімі
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі
5. Бизнес – жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:
LTE желісінің архитектурасы
LTE желісінің жалпыланған құрылымы
SAE базалық желілісінің архитектурасы
Күшейткіштердің түрлері
Катрейн 80010674 антеннасының сипаттамасы
Бүкілбағытты модельдің диаграммасы
Параболалық антеннаның диаграммалары
Желінің өткізгіштік қабілеттілігін бағалау
«Жақын» және «алыс» өрістегі пайдаланушылар үшін LTE желісінің каналында берудің рұқсат етілген жылдамдығын есептеу
Кеңсенің жұмыс орындарының және құрылғылардың орналасу жоспары
Қолданбалы көмірқышқыл өрт сөндіргіші: ОУ-2
Қызмет сатудан түскен құрамы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. В. Вишневский, С. Портной, И. Шахнович. Энциклопедия WiMax. Путь 4G. — М.: Техносфера, 2009. — 472 с.
2. E. Ezhilarasan and M. Dinakaran,'A review on mobile technologies: 3G, 4G and 5G'. 2017. Second International Conference on Recent Trends and Challenges in Computational Models.
3. 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.
4. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методическиеуказания для выполнения экономической части выпускной работы. –Алматы: 2009. –19 с

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б. И.	30.04.2020ж.	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф. Р.	30.04.2020ж.	
Негізгі бөлім	Касимов А. О.	10.04.2020ж.	
Есептеу техникасы	Касимов А. О.	20.05.2020ж.	
Нормабақылау	Накисбекова Б. Р.	08.06.2020ж	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	19.02.2020ж.	Орындалды
2. LTE технологиясының эволюциясы	20.02.2020ж.	Орындалды
3. LTE желісінің архитектурасы	25.02.2020ж.	Орындалды
4. LTE желілерінде MIMO технологиясын қолдану	9.04.2020ж.	Орындалды
5. Күшейткіштердің түрлері	10.04.2020ж.	Орындалды
6. Жабдық таңдау критерийлері	25.04.2020ж.	Орындалды
7. LTE желісінің абоненттік сыйымдылығын есептеу	11.05.2020ж.	Орындалды
8. «Жақын» және «алыс» өрістегі пайдаланушылар үшін LTE желісінің каналында берудің рұқсат етілген жылдамдығын есептеу	19.05.2020ж.	Орындалды
9. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	09.04.2020ж.	Орындалды
10. Есептеу бөлімі	30.04.2020ж.	Орындалды
11. Бизнес – жоспар	17.04.2020ж.	Орындалды
12. Финанстық жоспар	30.04.2020ж.	Орындалды
13. Қорытынды	20.05.2020ж.	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «_17_» _____02_____2020_ж.

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

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____(Касимов Абдуразак Оразгелдиевич)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (Тулеубеков Арман Айдарұлы)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Осы дипломдық жобада Семей қаласындағы Аксаринск коттедждік қалашығындағы ұялы байланысты күшейтуге байланысты жұмыстар зертелген. Жобалау барысында байланыстың қамту аймағы анықталды, шығын мен деректердің жіберілу жылдымдағы, сондай- ақ тұрақты байланыс желісінің құрылуына қажетті есептеулер қарастырылды. Базалық станция антеннасының орнатылуы есептеу бөлімінің негізгі ерекшелегі болып табылады.

Жұмыс барасында сұрақтар қарастырылып, тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі бойынша нормаларға көңіл бөлінді, сондай – ақ жобаның кірісін көрсеткен бизнес – жоспар құрылды.

Аннотация

В данном дипломном проекте изучена проектирование усиления сотовой связи с применением технологий LTE в коттеджном городке Аксаринск. В ходе разработки были определены зоны покрытия связи, рассчитаны потери и другие необходимые рассчеты для создания устойчивой сети связи. Особенностью расчетной части работы является проект крепления антенны БС.

В работе были рассмотрены вопросы и учтены нормы по безопасности жизнедеятельности, а также составлен бизнес – план, который показал прибыльность проекта.

Annotation

In this graduation project, the design of cellular communications amplification using LTE technologies in the cottage town of Aksarinsk was studied. During the development, communication coverage areas were determined, losses and other necessary calculations were calculated to create a stable communication network. A feature of the calculated part of the work is the project for mounting the BS antenna.

The work examined issues and took into account safety standards, as well as compiled a business plan that showed the profitability of the project.

Мазмұны

Кіріспе.....8
1. Теориялық бөлім 9
1.1 LTE технологиясының эволюциясы 9
1.2 LTE технологиясының негізгі параметрлеріне қысқаша шолу 10
1.3 LTE желісінің архитектурасы.....12
1.4 LTE радио интерфейсі.....14
1.5 LTE технологиясының радиожиілік спектрі.....16
1.6 LTE-нің UMTS/GSM және 3GPP стандарттарымен өзара әрекеттесуі 18
1.7 LTE желілерінде MIMO технологиясын қолдану 19
1.8 LTE желілері ұсынатын қызметтердің ауқымы.....20
1.9 Күшейткіштердің түрлері 20
1.9.1 Күшейту класстары 22
1.9.2 Күшейткіштердің параметрлері.....23
1.9.3 Ұялы байланыс желісінің күшейткіштері.....25
1.9.4 Күшейткіштің жұмыс принципі 26
1.10 Семей қаласындағы Аксаринск коттеджбік қалашығы туралы мағлұмат 27
2 КӨЛІК ЖЕЛІСІ ЖАБДЫҚТАРЫН ТАҢДАУ.....28
2.1 Жабдық таңдау критерийлері 28
2.2 Базалық станция жабдықтарын таңдау 28
2.2.1 Huawei DBS3900 LTE базалық станциясы.....28
3 Есептеу бөлімі 36
3.1 Жобаланған 4G желісінің радиоқабылдауын бағалау.....36
3.2 Ұя санын анықтау.....39
3.3 Желінің өткізгіштік қабілеттілігін бағалау.....41
3.4 Ұя радиусы және ауданын есептеу 42
3.5 Радиоаумақты Окамура Хата моделімен есептеу.....43
3.6 «Жақын» және «алыс» өрістегі пайдаланушылар үшін LTE желісінің каналында берудің рұқсат етілген жылдамдығын есептеу.....43
3.7 Ішкі трассаларды жоғалту моделі 44
3.8 Бір қабатты және көп қабатты модельдер.....45
3.8 Базалық станция жылдамдығын есептеу 46
3.9 SEAMCAT программасында имитациялық модельдеу жүргізу 47
4.1 Еңбек шартын талдау.....50
4.1.1 Өндірістік бөлмелердің микроклиматтық жағдайлары.....52
4.1.2 Кеңседегі жасанды жарықтандыру 53
4.1.3 Жұмыс орнындағы өрт қауіпсіздігі және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету 55
4.2 Есептеу бөлімі 58
4.2.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу.....58
4.2.2 Өрт қатерінің есептік шамаларын анықтау.....60
5 Бизнес план.....61

5.1 Жобаның мәні мен міндеттері 61
5.2 Қызметтің функциялары 62
5.3 Нарық 62
5.4 Басқару 62
5.5 Қаржылық жоспар 63
5.5.1 Инвестициялық шығындарды есептеу 63
5.5.2 Пайдалану шығындарын есептеу 65
5.5.3 Тарифтік кірісті есептеу 67
5.6 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу 70
Қорытынды 71
Қысқартулар тізбесі 72
Әдебиеттер тізімі 73

Кіріспе

Қазіргі уақытта ұялы байланыс кең таралды. Онсыз қазір көп адамдар өздерінің өмірлерін елестете алмайды. Ұялы байланыс тек байланыс үшін ғана емес, сонымен қатар дыбысты, суретті, бейнені және тағы басқаларды беру үшін де қолданылады. Енді сіз Интернетте бәрін көріп, ести аласыз. Көптеген автоматтандырылған бағдарламалар сымды кең жолақты қол жетімділік негізінде ғана емес, сонымен қатар мобильді желіде де жұмыс істейді, бұл көптеген артықшылықтарға ие және бізге онша таныс емес. Бұл технологиялар қымбат процестің уақыты мен құнын азайта алады.

Халықтың әл-ауқатының өсуімен, қалалық инфрақұрылымның, түрлі салалар мен қызметтердің дамуымен, сапалы байланысқа деген қажеттілік артып, халықтың әртүрлі қосымша қызметтерге сұранысы артып келеді. Тиісінше, жергілікті және қалааралық телефон желілерінің үздіксіз дамуы байқалады. Қарқынды бәсекелестік жағдайында тиімді байланыс байланыс қызметтерін ұсынатын кәсіпорынның жетістігінің маңызды шарты болды.

Бірақ ұялы желінің қарқынды дамуына қарамастан, шағын қалалар мен ауылдық жерлерде Интернетке қол жетімділік проблемасы әлі де бар. Көбінесе Интернет-провайдер бұл жағдайда тек біреу болып табылады, ол абоненттік төлемді қызмет көрсету сапасының төмендеуімен көтереді. Мұндай аудандарда LTE желілерін дамыту эксклюзивті провайдерлерге бәсекелестік тудырады және бұл қызмет құны мен бағасын да төмендетеді.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты 4G ұялы байланыс желісін күшейтуді жобалау болып табылады. Осыған байланысты Семей қаласының Аксаринск коттеджбік қалашығы таңдап алынды.

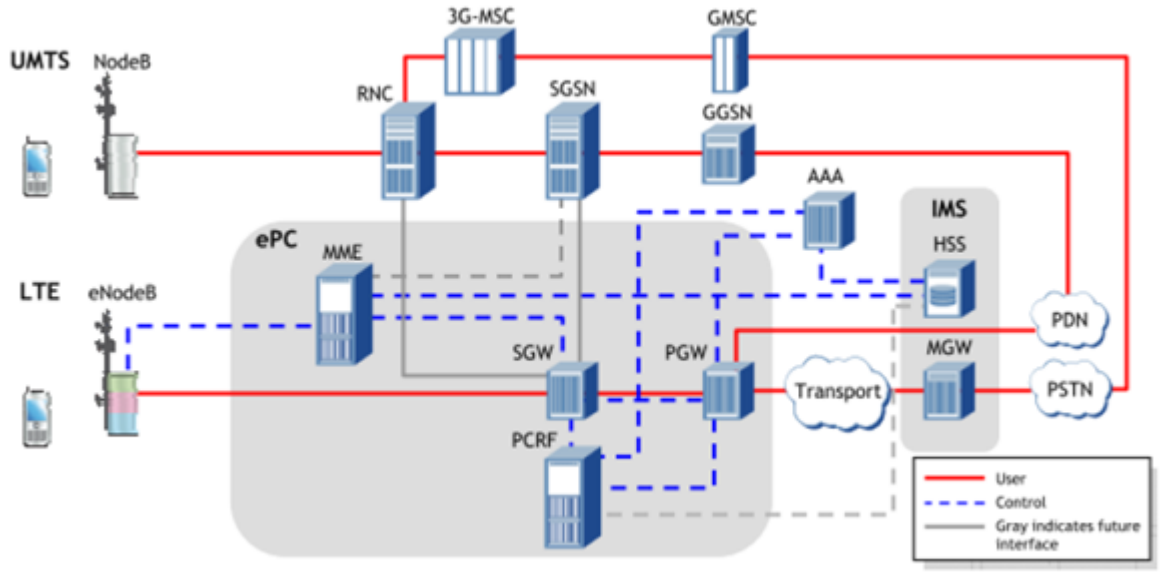
Дипломдық жұмыстың міндеттері:

1. Жобалауға арналған жабдықты таңдау
2. Аймақты есептеу, қамту радиусы, қажетті мөлшерді есептеу қалалық округке арналған базалық станциялар.
3. Жасанды жарықтандыруды есептеу, өрт жүйесін есептеу қауіпсіздік, ауаны баптау.
4. Бизнес-жоспар бөлімінде кірісті, шығындарды, сондай-ақ мерзімін анықтау, сонымен қатар өзін-өзі ақтайды ма соған көз жеткізу.

1. Теориялық бөлім

1.1 LTE технологиясының эволюциясы

Тарихи тұрғыдан сымсыз байланыс технологиялары екі тәуелсіз бағытта дамыды - телефон байланысы жліүйелері (ұялы байланыс) және деректерді беру жүйелері (Wi-Fi, WiMAX). Бірақ жақында бұл функцияларды біріктірудің айқын тенденциясы байқалды. Сонымен қатар, үшінші буындағы ұялы желілердегі (3G) пакеттік деректер көлемі дауыстық трафик көлемінен асып кетті, бұл HSPA технологияларын енгізумен байланысты. Осыған байланысты келесі, төртінші, буын (4G) желілерінің түсінігі ақпараттарды таратуға арналған әмбебап мобильді мультимедиялық желілерді құрумен тығыз байланысты. Бүгінгі таңда технологиялардың екі тобы әмбебап байланыс қызметін ұсынуға бағытталған. Бұл WiMAX (IEEE 802 желісінің эволюциясы ретінде) және 4G LTE ұрпақтарының ұялы технологиялары. Сонымен қатар, олардың әрқайсысы кең сымсыз нарықта өзіндік орынға ие. LTE технологиясын қолданыстағы 2-ші және 3-ші буындардың негізінде пайдалануға болады, бұл желіні нөлден құруға қарағанда шығындарды айтарлықтай азайтады [1]. 1.2 - суретте LTE және бар UMTS желісін ортақ пайдалану шешімі көрсетілген.



1.1 сурет – UMTS және LTE ұялы технологияларының бірлескен шешімі [1]

Long Term Evolution технологиясын, қысқартылған LTE, стандарт ретінде әзірлеу 2004 жылдың соңында ресми түрде басталды. Зерттеушілер деректерді берудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз ететін физикалық қабат технологиясын таңдау мәселесіне тап болды. Екі нұсқа ұсынылды: HSPA желілерінде қолданылып жүрген W-CDMA және жаңа радио интерфейс технологиясы - OFDM. Зерттеуден кейін OFDM (ортогональды жиілік-бөлімді

мультиплекстеу) технологиясын - ортогоналды жиілікті бөлу мультиплекстеу технологиясын қолдану туралы шешім қабылданды.

2006 жылдың мамырында 3GPP жобасының аясында E-UTRA (Evolution UMTS Terrestrial Radio Access) радио интерфейсіне арналған бірінші техникалық сипаттама жасалды. Бұл сипаттама 3GPP Release 7 негізін құрады. 2008 жылдың желтоқсанында LTE жүйелеріне архитектуралық және функционалдық талаптарды белгілейтін 3GPP Release 8 стандарттарының нұсқасы бекітілді. 2009 жылдың ортасында LTE негізіндегі алғашқы тәжірибелік жүйелер пайда болды. 2009 жылдың соңында Telia Sonera швед телекоммуникациялық компаниясы Ericsson компаниясымен бірге Стокгольм мен Ослода әлемдегі алғашқы коммерциялық желінің іске қосылатыны туралы хабарлады.

Бүгінгі таңда LTE желілері 120-дан астам елде қолданылады және олардың саны қарқынды өсуде.

1.2 LTE технологиясының негізгі параметрлеріне қысқаша шолу

3GPP ұйымы LTE-дегі жұмысты 2004 жылы мақсаттарды анықтаудан басталды. Әдетте, технологияны құрудан және оны коммерциялық пайдалануға беруге дейінгі уақыттан 5 жыл уақыт кетеді, өйткені жүйені стандарттау қажет болған кезде аяқталуы керек. LTE-ны жетілдіруге және жетілдіруге үнемі алға жылжытатын көптеген қозғаушы күштер бар. Біріншіден, бұл кабельдік желілерде бәсекелес технологияларды жетілдіру, сымсыз байланыс мүмкіндіктерін жақсарту қажеттілігі, оның қызметтеріне бағаның төмендеуі және 1.2-суретте көрсетілгендей басқа сымсыз технологиялармен тұрақты бәсекелестік.

1.2 сурет – LTE құрудың қозғалткыштары

LTE, UMTS желіні жақсарту жиынтығы MMS (мультимедиялық хабарлама қызметі) сияқты үлкен көлемдегі деректер мен ақпаратты беруді қажет ететін қосымшаларды пайдалану үшін қажетті өткізу қабілеттілігі мен қызмет сапасын (QoS) қамтамасыз етуге арналған. LTE жаңартылған UMTS жерүсті радиотелефон желісінен (E-UTRAN) және жетілдірілген пакеттік коммутация орталығынан (EPC) тұрады және жеңілдетілген IP-ге қарағанда

жоғары өткізу қабілеттілігімен, кідіріспен және үлкен өткізу қабілеттілігімен ақпарат таратуды қамтамасыз етеді. LTE ұялы байланыс операторларына сымсыз кеңейтілген кеңжолақты қызметтердің жаңа буынын ұсынады. Сонымен қатар, LTE ұялы байланыс операторларына өз желілерін ертеңгі қажеттіліктерді қанағаттандыруға көмектесу үшін болашақ технологиясы ретінде барлық қолданыстағы желілермен үздіксіз жұмыс жасау үшін арнайы жасалған. Бұл дауыстық ақпарат үшін де, деректерді беру үшін де тиімді әрі сапалы қызмет көрсетеді.

LTE алдыңғы ұялы стандарттармен салыстырғанда бірқатар ерекшеліктері мен артықшылықтарына ие [11]. Олардың ішінде:

1. Үлкен жылдамдықтар:

– 100 Мбит/с төмен (20 МГц, 2x2 MIMO);

– 50 Мбит/с жоғары (20 МГц, 1x2);

2. Әр 5 МГц үшін кемінде 200 белсенді дауыстық қызметтерді пайдаланушылар.

3. Кішігірім кідірістер <5 мс.

4. Өткізу қабілеті. 4Gдің өткізу қабілеттілігі қазіргі 3G жүйелеріне қарағанда 4 есе көп;

5. Жақсартылған спектрлік тиімділік. Спектрлік тиімділік дегеніміз сымсыз желінің қол жетімділік деңгейінің өткізу қабілеттілігінің қаншалықты тар екенін білдіреді. Жақсартылған мән осы ақпаратты өткізу қабілеттілігі бойынша көбірек ақпарат беруге мүмкіндік береді, ал пайдаланушылар мен қызметтердің саны өсуде.

Алдыңғы шығарылыммен салыстырғанда 2-4 есе көп ақпарат беруге болады.

6. Ұяшық шекарасындағы жақсартылған тарифтер.

Спектрлік тиімділік мәні тек тіректерде ғана емес, сонымен қатар жасушалардың шекараларында да жақсарды.

Алдыңғы стандартпен салыстырғанда жылдамдық 2-3 есе өсті.

7. Ядро деңгейінде дауыстық және деректерді беруді бөлу жоқ. Бүкіл желі

1.3-суретте көрсетілгендей, бір IP-канал арқылы берілуге айналды.

8. Абоненттің қызмет көрсету сапасын жақсарту.

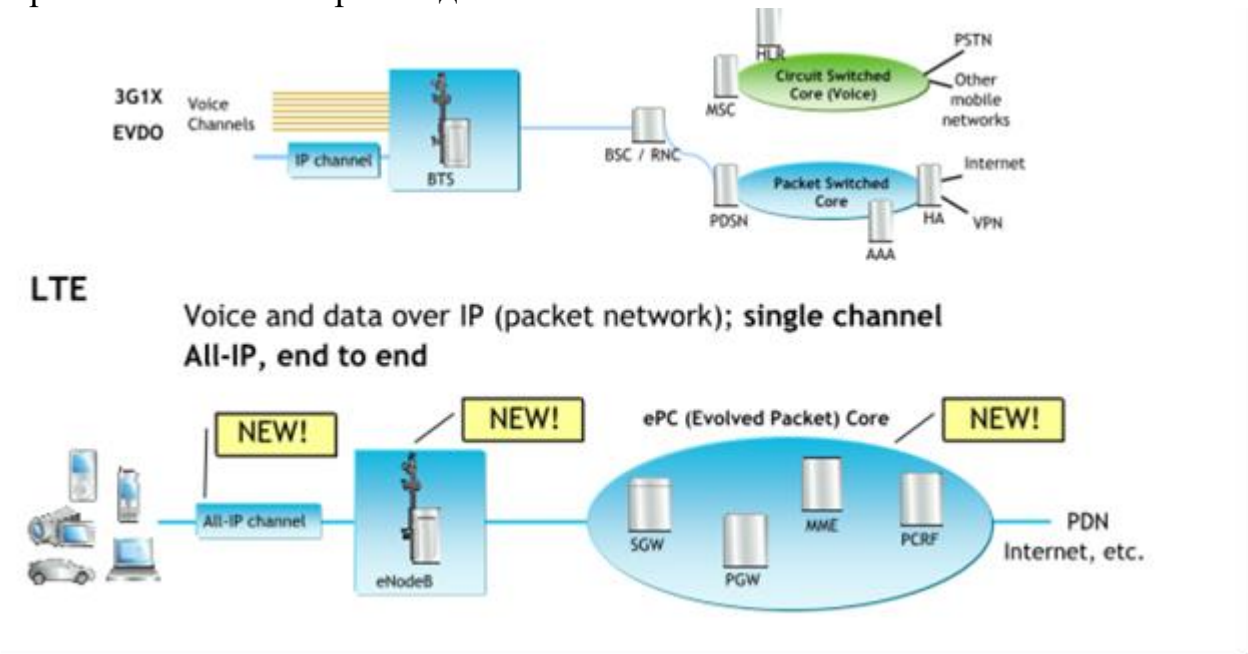
LTE өткізу жоспарлары туралы көптеген әлемдік тасымалдаушылар хабарлады. Олардың қатарында Verizon Wireless, Vodafone, China Mobile, AT&T, China Telecom, KDDI, MetroPCS, NTT DoCoMo, T-mobile. Олар қолданыстағы 2G, 3G желілері негізінде желілерді құруды жоспарлап отыр.

4G – жылжымалы байланыстың перспективал деректерді берудің

– жоғары жылдамдығы және дауыс байланысының үлкен сапасын сипаттайтын ұрпақ. Төртінші ұрпақта жылжымалы абоненттерге 100 Мбит/с және тұрақты

– 1 Гбит/с артық деректерді беру жылдамдығымен жүзеге асырылуға мүмкіндік беретін перспективалы технологиялар ретінде қабылдаған. 4G-ге

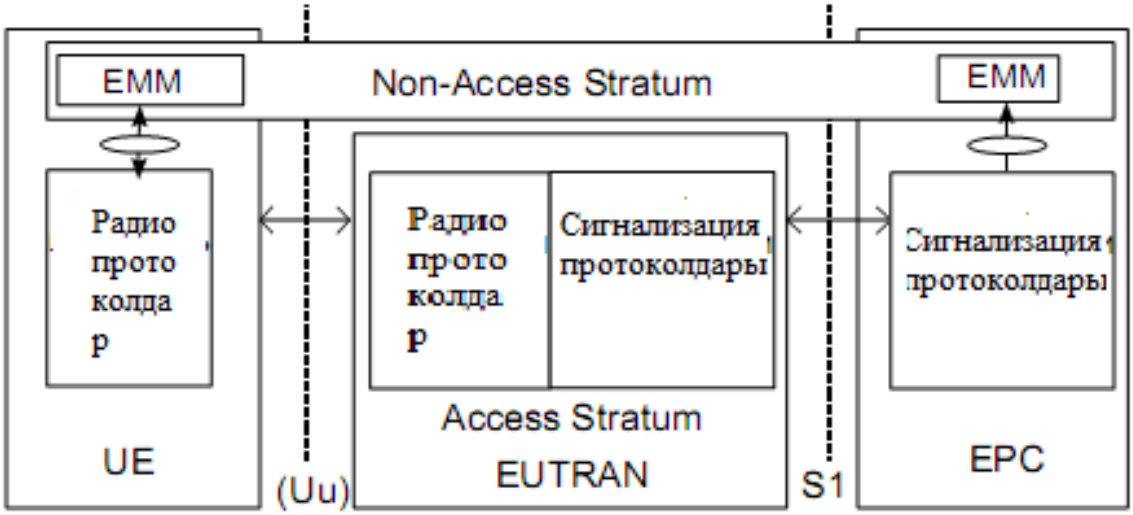
желілерде 100 Мбит/сек жоғары жылдамдықпен мәлімет беруге мүмкіндік беретін технологиялар жатады.



1.3 сурет – 2G, 3G және 4Gді салыстыру [2].

1.3 LTE желісінің архитектурасы

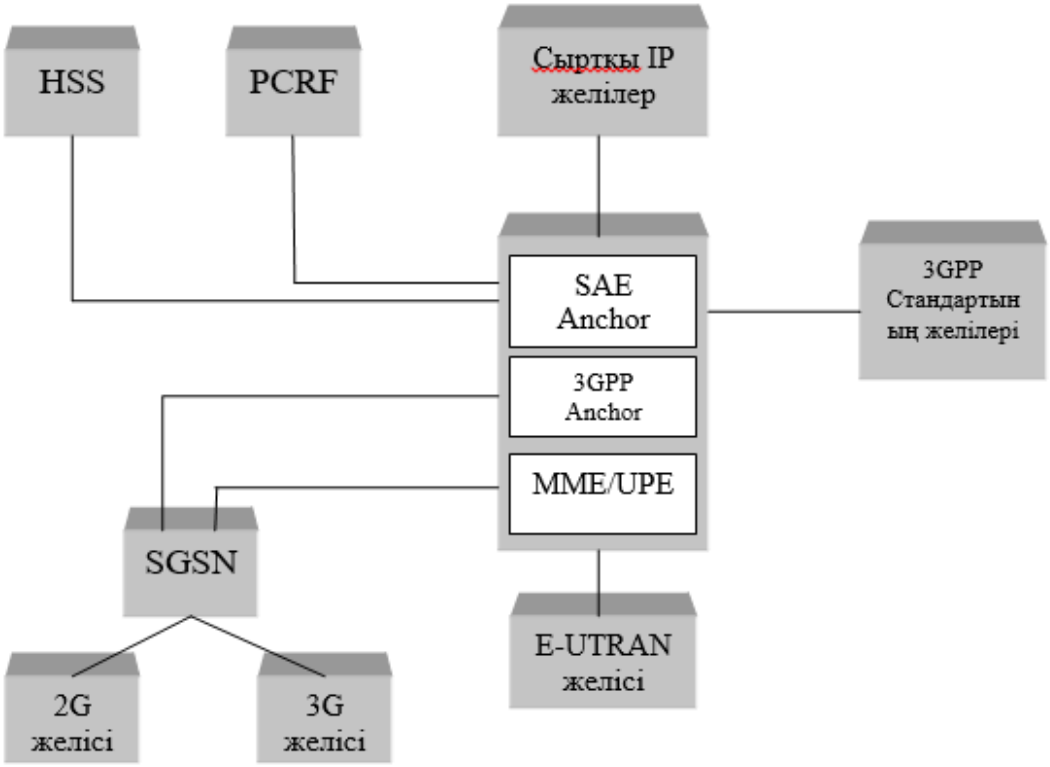
LTE желісінің архитектурасы үздіксіз ұтқырлық, пакеттік жеткізілімдердің минималды кешігуі және жоғары сапалы қызмет көрсету арқылы пакеттік трафикті қолдауға арналған. LTE стандартын әзірлеушілердің негізгі мақсаты - желінің құрылымын барынша жеңілдету және 3G UMTS жүйесіне тән желілік хаттамалардың қайталанатын функцияларын жою.



1.4 сурет – LTE желісінің жалпыланған құрылымы [2].

LTE стандартты архитектурасында желінің барлық өзара әрекеттестігі екі түйін арасында жүреді: базалық станция (eNB) және GW желісінің шлюзі кіретін ұтқырлықты басқару блогы (MME).

Физикалық деңгейде LTE желісі екі компоненттен тұрады: E-UTRAN радиоға қол жеткізу желісі және SAE (System Architecture Evolution) негізгі желісі. E-UTRAN құрамына eNB базалық станциялары кіреді. Базалық станциялар толығымен қосылған желінің элементтері болып табылады және «әрқайсысы әрқайсысы» қағидасына сәйкес өзара байланысты. Әр eNB-де пакеттік коммутация принципіне негізделген SAE негізгі желісі бар S1 интерфейсі бар. LTE желілеріндегі eNB-ге келесі функциялар жүктеледі: радио-ресурстарды басқару, пайдаланушыларға деректердің ағынын шифрлау, пайдаланушыларға деректердің пакеттерін қызмет шлюзіне бағыттау, қоңыраулар мен эфирлік ақпаратты жоспарлау және тарату, ұтқырлықты басқару үшін өлшеу және есеп беру [3].



1.5 сурет – SAE базалық желілісінің архитектурасы

SAE негізгі желісі, сондай-ақ Evolution Packet Core (EPC) деп аталады, MME және UPE логикалық элементтерінен тұратын MME / UPE түйіндерін қамтиды. MME (Mobility boshqarish кәсіпорны) логикалық элементі абоненттік терминалдың ұтқырлығын басқару мәселелерін шешуге жауап береді және С-ұшақты басқару ұшақ протоколдарын қолдана отырып, базалық станциямен өзара әрекеттеседі. Сонымен қатар, MME электрондық пейджинг хабарламаларын eNB-ге таратады, ұшақтың басқару хаттамаларын басқарады, абоненттік терминалдарға идентификаторларды тағайындайды, желінің

қауіпсіздігін қамтамасыз етеді, абоненттік хабарламалардың түпнұсқалығын растайды және роумингті басқарады.

UPE (User Plane Entity) логикалық элементі U-жазықтық пайдаланушысының хаттамаларына сәйкес пайдаланушы деректерін жіберуге жауап береді. UPE элементі келесі функцияларды орындайды: IP протоколының тақырыптарын сығымдау, деректер ағындарын шифрлау, деректер пакеттерін тоқтату.

SAE негізгі желісінің архитектурасы пакеттік деректерді ауыстыру технологиясына негізделген дауыстық және барлық IP қызметтерін ұсынатын LTE жүйесінің пакеттік PS домені болып табылады. SAE негізгі желісінің негізі «барлық IP арқылы» деген ұғым және оған екінші және үшінші буын радиосына қол жеткізу желілері (UTRAN / GERAN) арқылы, сонымен қатар 3GPP емес желілер (WiMAX, Wi-Fi) арқылы қол жеткізуге болатындығы. , сондай-ақ сымды IP технологияларды (ADSL +, FTTH) қолданатын желілер арқылы.

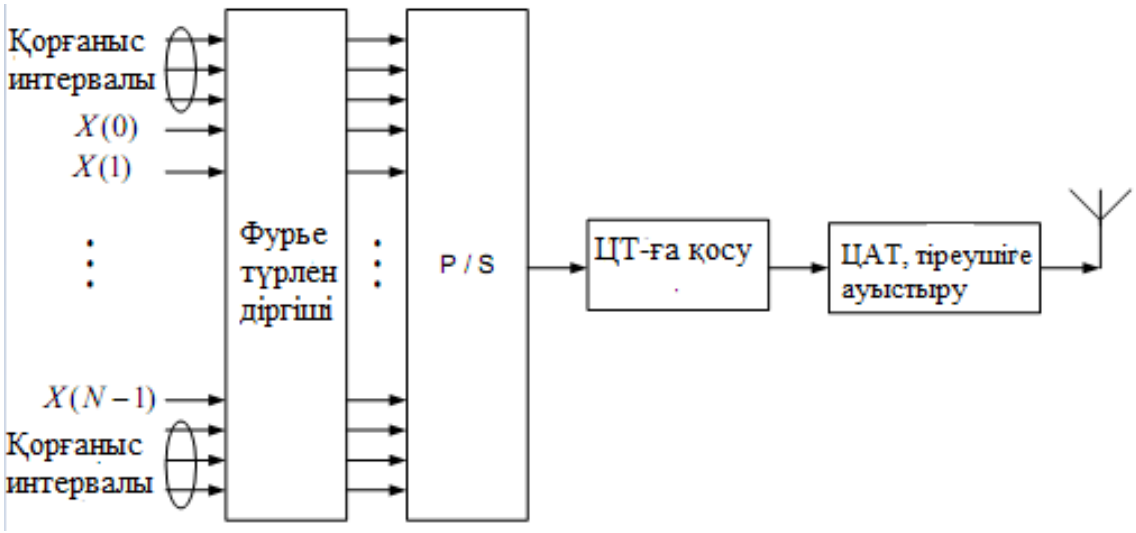
1.4 LTE радио интерфейсі

LTE E-UTRAN желісінің радио интерфейсі дуплексті арналардың екі әдісін қолдайды: жиілік FDD және уақытша TDD. LTE желілерінің жұмысы әртүрлі ені бар жиілік диапазонында жүзеге асырылуы мүмкін. Төменгі және жоғары ағымдық сигналдар белсенді ресурс блоктарының санына байланысты 1,4-тен 20 МГц-ке дейінгі диапазондарды қамтуы мүмкін. Жоғарғы және төменгі ағымдық бағыттар бойынша ақпараттарды беру ұзақтығы 10 мс болатын кадрларда ұйымдастырылған. Жақтау кіші уақытша құрылымдарға - слоттарға бөлінеді.

FDD жиілігін әртүрлілік режимінде рамка нөлден 19-ға дейінгі 20 ұяшыққа бөлінген, олардың әрқайсысының ұзақтығы 0,5 мс. FDD режимінде кадр ресурсы қарама-қарсы бағытта беру үшін жартысына бөлінеді. Қарама-қарсы бағытта FDD режиміндегі физикалық арналарда міндетті дуплекстің аралығы болады. TDD арналарының әртүрлілік режимі асинхронды. TDD режимінде деректерді беру бір уақытта жиілік диапазонында екі бағытта да жүреді.

E-UTRAN-дың қосылысындағы радио интерфейстің ерекшелігі - бірнеше рет қол жетімді OFDMA технологиясын - ортогоналды жиілікті бөлуді мультиплекстеу. OFDMA технологиясын қолданудың басты мақсаттарының бірі - көпмүшелік сигналдың таралуынан туындаған кедергілерге қарсы тұру, өйткені OFDM сигналы бір жылдам модуляцияланған кең жолақты сигнал ретінде емес, баяу модуляцияланған тар жолақты сигналдардың көптігі ретінде қарастырылады. 0OFDM технологиясы көптеген алды тіреуші жиіліктерінен тұратын көп жиілікті сигналды құруға негізделген. OFDM сигналын құру кезінде T/N ұзақтығының дәйекті ақпараттық белгілерінің ағымы N символдары бар блоктарға бөлінеді; T - бір таңбаның ұзақтығы. Бірізді ақпараттық символдар блогы параллель таңбалар

блогына айналады, мұнда әр ақпараттық символ көп жиілікті сигналдың белгілі бір жиілігіне сәйкес келеді [4].



1.6 сурет – OFDM сигналының құрылуының сұлбасы

E-UTRAN-дың қысқаша байланысында келесі модуляциялар қолданылады: QPSK, 16 QAM, 64 QAM. OFDM / QAM сигналын шығарған кезде дискретті кері жылдам Фурье түрлендіруі (IFFT) қолданылады. Интерсимболдың кедергілерімен күресу үшін циклдік CPU префикстері (CP) қолданылады. Қысқа және ұзын префикстер қолданылады, олардың ұзақтығы сәйкесінше 4,7 мкс және 16,7 мкс құрайды.

E-UTRAN-дың бөлінуі үшін үш физикалық және төрт көлік арналары анықталған:

– PDCCH (физикалық түсіруді басқару арнасы) - «төмен» физикалық басқару арнасы;

– PDSCH (Downlink физикалық бақылау арнасы) - жоғары жылдамдықта деректер мен мультимедиялық таратуға арналған жалпы физикалық байланыстың көліктік арнасы;

– SSRSN (Жалпы басқару физикалық арналары) - жалпы физикалық бақылау арнасы, қызмет ақпаратын жібереді;

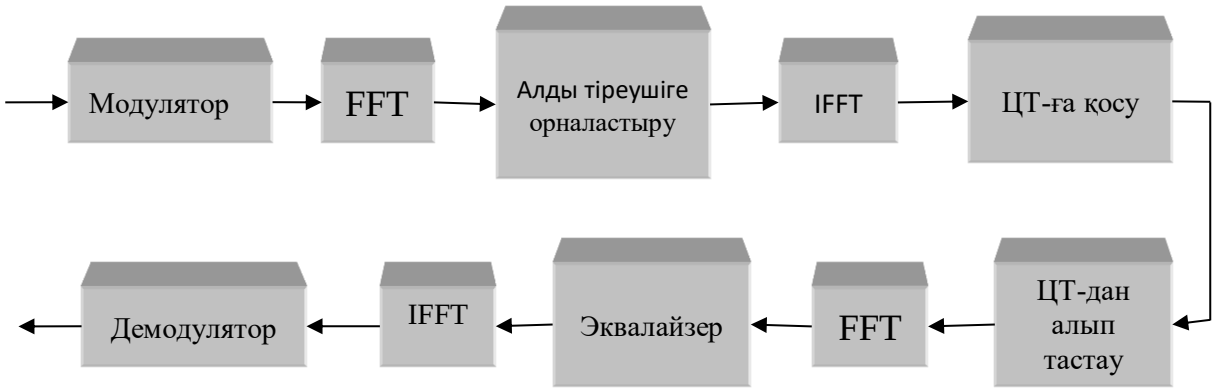
– BCH (Broadcast Cannel) - көліктік тарату арнасы;

– RSN (Paging Cannel) - көлік каналына қоңырау шалу (пейджинг);

– DL-SCH (Downlink Shared Channel) - магистральдың жалпы көлік каналы;

– MCH (Multicast Channel) - топтағы көліктік тарату арнасы.

LTE E-UTRAN желісінің негізгі желісі SC-FDMA технологиясын қолданады (жалғыз тасымалдаушы-жиілік бөлімі Multiple Access) - жеке тасымалдаушыда жиілік бөлуімен мультиплекстелген бірнеше қол жетімділік. SC-FDMA технологиясын қолдана отырып деректерді беру схемасы 1.7 суретте көрсетілген.



1.7 сурет – SC-FDMA технологиясын қолдана отырып ақпаратты жіберу [6].

Пайдаланушылардың E-UTRAN желісіне қосылуының өзара әсерін болдырмау үшін циклдік префикстер енгізіліп, қабылдау құрылғыларында тиімді эквалайзер қолданылады. Абоненттер арасында жиілік ресурсын бөлу ресурстық блоктар арқылы жүзеге асырылады, олардың әрқайсысы 180 кГц жиілік диапазонына сәйкес келеді, ол 15 кГц жиіліктегі көрші жиіліктер арасындағы аралықпен 12 субариверге сәйкес келеді. Қол жетімді ресурстық блоктардың максималды саны жүйеге жиілік диапазонының бөлінуіне байланысты, олардың мәні 20 МГц-ке дейін жетуі мүмкін.

LTE E-UTRAN үш физикалық және екі көлік арналарын қолданады:

– PRACH (физикалық кездейсоқ қол жеткізу арнасы) - физикалық кездейсоқ қол жеткізу арнасы;

– PUCCH (Uplink физикалық бақылау арнасы) - «жоғары» физикалық басқару арнасы;

– PUSCH (жалпы физикалық канал) - таратудың физикалық арнасы;

– RACH (Random Access Channel) - кездейсоқ қол жетімді көлік арнасы;

– UL-SCH (Uplink Shared Channel) - біріктірілген арналар желісі «жоғары» [7].

1.5 LTE технологиясының радиожиілік спектрі

3GTE және ETSI серіктестік жобаларының жұмыс топтары LTE техникалық сипаттамаларында FDD жиіліктік дуплексті режимі үшін 17 жолақты және TDD уақыттық дуплексті режим үшін 8 жолақты анықтады, олар 1.1 кестеде көрсетілген.

Радиожиілік спектрі - электронды жабдықты немесе жоғары жиілікті құрылғыларды басқару үшін пайдалануға болатын Халықаралық электрбайланыс одағы белгілеген шектердегі радио жиіліктер жиынтығы;

Күрделі сигнал ыдырайтын гармоникалық электромагниттік толқындардың жиынтығы осы сигналдың спектрі деп аталады. Амплитудалық-жиіліктік (АФ) спектр мен фазалық жиіліктің (FS) спектрін ажыратыңыз. Жиіліктік жауап спектрін құру үшін спектрді құрайтын

гармоникалық тербелістердің жиіліктері абсцисса осіне, ал ұзындығы сәйкес гармоникалық компоненттердің амплитудасына сәйкес келетін перпендикуляр сегменттер ордината осіне орналастырылады.

1.1 кесте – E-UTRA радиоқатынау желісіне арналған жиілік диапазондары

Жұмыс диапазондарының нөмірі	Жиілік диапазоны, МГц		Дуплекс түрі
	«Жоғары» сызығы (UL)	«Төмен» сызығы (DL)	
1	1920 – 1980	2110 – 2170	FDD
2	1850 – 1910	1930 – 1990	FDD
3	1710 – 1785	1805 – 1880	FDD
4	1710 – 1755	2110 – 2155	FDD
5	824 – 849	869 – 894	FDD
6	830 – 840	875 – 885	FDD
7	2500 – 2570	2620 – 2690	FDD
8	880 – 915	925 – 960	FDD
9	1749,9 – 1784,9	1844,9 – 1879,9	FDD
10	1710 – 1770	2110 – 2170	FDD
11	1427,9 – 1452,9	1475 – 1500,9	FDD
12	698 – 716	728 – 746	FDD
13	777 – 787	746 – 756	FDD
14	788 – 798	758 – 768	FDD
17	704 – 716	734 – 746	FDD
18	815 – 830	860 – 875	FDD
19	830 – 845	875 – 890	FDD
33	1900 – 1920		TDD
34	2010 – 2025		TDD
35	1850 – 1910		TDD
36	1930 – 1990		TDD
37	1910 – 1930		TDD
38	2570 – 2620		TDD
39	1880 – 1920		TDD
40	2300 – 2400		TDD

Кестеде LTE желілерін дамытуға арналған диапазондар Қазақстанда ұялы байланыс желілері мен түрлі технологиялардың сымсыз қол жетімділігі үшін игерілгені немесе игерілгені көрсетілген. Сондықтан Қазақстанда LTE желілерін құру жиілік диапазонын пайдалануға рұқсат алу және таңдау қиындықтарымен қатар жүреді. Осылайша, Ресейде LTE желілерін енгізудің болашағы оны шығару мен қайта жоспарлаудың ұлттық рәсімдері негізінде радиожиілік спектрін қолдануды реформалау қажеттілігімен байланысты. [8]

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 21 қаңтардағы № 57 бұйрығымен алдыңғы қатарлы радиотехнологиялар, соның ішінде LTE үшін жиілік диапазондары бөлінді. Бұл 800 - 900 МГц диапазондары; 2,3 - 2,4 ГГц; 2,5 - 2,7 ГГц. 2011 жылғы 8 қыркүйекте 791 - 862 МГц радиожиілік жолағының Мемлекеттік жиіліктер жөніндегі комиссиясының (SCRF) отырысында,

2500 - 2690 МГц, 2300 - 2400 МГц Қазақстан Республикасында LTE байланыс желілерін құру және оның кейінгі модификациялары үшін анықталған.

1.6 LTE-нің UMTS/GSM және 3GPP стандарттарымен өзара әрекеттесуі

Абоненттік терминалдың бір желінің қызмет ету аймағынан екінші бір қызмет көрсету аймағына ауысу кезіндегі абоненттік ұтқырлығын қолдау LTE желісі 3GPP (UMTS / GSM / HSPA +) ұялы байланыс желілерімен әрекеттескен кезде туындайтын маңызды міндет болып табылады. LTE желісінің 3GPP желілерімен өзара әрекеттесуі дискретті ұтқырлықты (роуминг) және үздіксіз ұялы байланыстарды (беру) қамтамасыз етеді.

LTE желісінің 3GPP желілерімен өзара әрекеттесуінің негізгі интерфейстері S3, S4 және S12 интерфейстері болып табылады. Бұл интерфейстер MME ұтқырлығын басқару логикалық элементінің және LTE S-GW шлюзінің 3G SGSN қызмет түйінімен GPR туннельдеу протоколын (GPRS Tunneling Protol) пайдалана отырып өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. GTP протоколы басқару жазықтығының мәліметтерін (GTP-C протоколы) және пайдаланушының жазықтық деректерін (GTP-U протоколы) беруге арналған. Роуминг жағдайында кіретін желінің S-GW шлюзі үй желісінің P-GW шлюзімен (пакеттік желімен өзара әрекеттесу шлюзі) өзара әрекеттеседі.

LTE желісі дәстүрлі телефония қызметтерін ұсыну үшін дәстүрлі телефон байланысы қызметтерін ұсыну үшін басқа 3GPPП-мен өзара әрекеттеседі, IMS сервисінің ішкі жүйесіне негізделген пакеттік коммутация технологиясын қолданады.

Дауыстық қоңырау шалу кезінде LTE желісі мен басқа 3GPP желісі арасында LME желісінен қоңыраулар болған кезде дәстүрлі ауысу доменіне (CS доменіне) қоңырау шалу кезінде MME серверімен Sv интерфейсі арқылы MSC серверімен өзара әрекеттесу арқылы жүреді; LTE желісінен пакеттік коммутация доменіне (PS доменіне) дауыстық қоңырау түскен жағдайда MME SGSN-мен S3 интерфейсі арқылы өзара әрекеттесуі арқылы.

LTE желісінің 3GPP емес желілермен өзара әрекеттесуі кепілдендірілген қауіпсіздігі бар желілермен өзара әрекеттесу - «сенімді» және кепілдендірілмеген қауіпсіздігі бар желілермен өзара әрекеттесу - «сенімсіз» болып бөлінеді. Басқа стандарттардың қосылған желілері (cdma2000, WiMAX) «сенімді» желілер, ал Интернеттің жалпыға қол жетімді IP желілері «сенімсіз» бола алады. LTE желісінің 3GPP емес стандартты «сенімді» желілермен өзара

әрекеттесуі P-GW шлюзі арқылы жүзеге асырылады, «сенімсіз» желілермен өзара әрекеттесу ePDG шлюзі арқылы жүзеге асырылады. [9]

EPC бүкіл IP-ядро желісін құру тұжырымдамасын ескере отырып, LTE желісімен және 3GPP емес желілермен әрекеттесу кезінде абоненттік терминалдың мобильділігі IP ұтқырлығын басқару хаттамаларына негізделген:

– Хост негізіндегі ұтқырлықты басқару хаттамалары - HBM (Host Based Mobility) - MIPv4, DSMIPv6;

– желілік мобильділікті басқару хаттамалары - NBM (Network Based Mobility) - PMIPv6.

Абоненттік терминалды IP мекен-жайы бойынша анықтау және бағыттау IP желілеріндегідей жүзеге асырылады.

1.7 LTE желілерінде MIMO технологиясын қолдану

LTE желілеріндегі MIMO технологиясы деректердің жоғары жылдамдығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

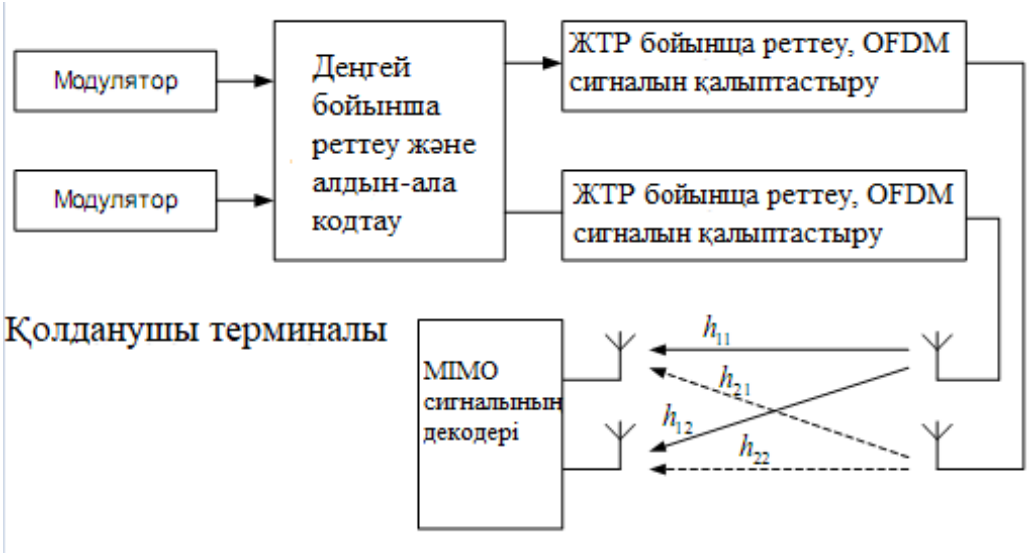
MIMO (Multiple Input Multiple Output - бірнеше кіріс - бірнеше қатынас) - бір уақытта көбірек деректерді беру үшін бірнеше таратқыштар мен қабылдағыштарды қолдануды қамтитын сымсыз қосылыс технологиясы. MIMO технологиясы берілетін сигналдар көптеген нысандар мен кедергілерден көрінетін және қабылдаушы антенна әртүрлі бұрыштардан және әр түрлі уақытта сигналдарды қабылдаған кезде мультипраторлы тарату деп аталатын радио толқындарының әсерін қолданады. MIMO технологиясын қолдану арқылы байланыс арналарының шуылға қарсы иммунитетін жоғарылатуға, қателікпен алынған биттердің салыстырмалы санын азайтуға мүмкіндік береді. MIMO жүйелерінің жұмысы екі принцип бойынша ұйымдастырылуы мүмкін: кеңістікті сығу принципі және кеңістік-уақыт кодтау принципі.

Бірінші жағдайда әртүрлі таратқыш антенналар ақпараттық символдар блогының немесе әртүрлі ақпараттық блоктардың әртүрлі бөліктерін таратады. Деректер параллель екі немесе төрт антеннадан беріледі. Қабылдау жағында әртүрлі антенналардың сигналдарын қабылдау және бөлу жүзеге асырылады. Екінші жағдайда бірдей ағынды код барлық таратушы антенналардан кодтау схемаларын қолданып беріледі.

MIMO технологиясының антенна конфигурациясы симметриялы (2 × 2, 4 × 4) және асимметриялық (1 × 2, 2 × 4) шамаларды қабылдауы мүмкін. 1.8-суретте кеңістік-уақыт кодтау принципі бойынша орындалатын екі беруші және екі қабылдайтын антеннасы бар MIMO жүйесінің блок-схемасы көрсетілген.

Антенналар алушы жағында дабыл қабылдайды. Мұнда таралуына қабылдау бар, ол кеңістіктікте әртүрлі антенналарды құру арқылы өндіріледі. Келесі, алынған дабылдар қабылдағыштарына келеді. Олардың саны, сондай-ақ электр жеткізу жолдарына және антенналарға тікелей пропорционалды. Барлық алушылар барлық антенналар дабылдарды қабылдайды. Таңдау

кешіктіру, фазалық ығысуы, өшу жасасу негізінде жүзеге асырылады. Нәтижесінде дабыл белгілі бір уақыт кезеңінен кейін немесе берілетін басқа антенналар арқылы жіберуге қабілетті, бірақ кейбір кешігулермен. [10]



1.8 сурет – 2 × 2 MIMO жүйесінің құрылымдық сұлбасы

1.8 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, оның 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.

1.9 Күшейткіштердің түрлері

Күшейткіш көмекші көздің энергиясына байланысты басқару сигналының энергиясын арттырады. Кіріс сигналы - шаблонның бір түрі, оған сәйкес күшейтілген сигналды тұтынушыға қуат көзі жеткізіледі.

Электрондық күшейткіштерді жартылай өткізгіш немесе электроакуумдық құрылғылардағы басқару элементтері бар электр сигналдарының күшейткіштері деп атайды.

Нақты күшейткіш каскадтардың транзисторлардағы жұмыс ерекшеліктерін сипаттамас бұрын, сіз осы каскадтардың негізгі мақсаты не екендігі туралы нақты түсінік алуыңыз керек. Шынында да, электр сигналдарының әртүрлі көрсеткіштері әртүрлі шектеулер мен жағдайларда күшейтілуі мүмкін. «Пайда» ұғымы кейде нақтылауды қажет етеді.

Жалпы алғанда, күшейткіштерді олар атқаратын функциялардың түріне де, осы функцияларды орындау сапасына немесе әдісіне де байланысты көптеген сипаттамалары бойынша жіктеуге болады. Болашақта күшейткіштерді топтарға бөлуді ұстанамыз.

Сигналдардың түрі бойынша күшейткіш күшейтуге арналған:

– гармоникалық сигналдардың күшейткіштері (гармоникалық сигналдар күшейткіштерінің құрылысында, ең бастысы, сигналға енгізілген бұрмаланудың минималды деңгейін қамтамасыз ету);

– импульстік сигнал күшейткіштері (импульстік сигнал күшейткіштері әдетте транзисторлардың жұмысының әртүрлі негізгі режимдерін пайдаланады, мұнда ең маңызды фактор - күшейтілген сигналдардың жиектері мен құлдырауын азайту, сондай-ақ мұндай сигналдар күшейту сатыларынан өту кезінде сөзсіз пайда болатын кернеулер мен кернеулердің жойылуы).

Тұрақты және ауыспалы сигналдарды күшейту мүмкіндігі бойынша:

– Тұрақты ток күшейткіштері (өте баяу тербелістерді, оның ішінде нөлдік жиілікті күшейту қабілеті бар күшейткіштер, тіпті олар ауыспалы сигналдардың қуатын немесе кернеуін күшейтуге арналған болса да);

– Айнымалы күшейткіштер (басқалары - нөлдік жиілікті сигналдарды күшейту мүмкін емес - күшейткіштер).

Күшейткіш жасалынған жиілік диапазонына сәйкес:

– төмен жиілікті күшейткіштер (VLF); дыбыс диапазонының жиілігін күшейтуге арналған (0,01 ... 20 кГц);

– жоғары жиілікті күшейткіштер (UHF); радиожиілік диапазонындағы сигналдарды күшейтуге арналған;

Амплитудалық-жиіліктік типтің жұмыс сигналының жиілік диапазонына сәйкестігіне сәйкес:

– тар жолақты күшейткіштер; тәжірибеде күшейтілген сигналдың спектрін жоғары сапалы шығару үшін ең аз қажет болғаннан кейін, егер жиіліктің өткізу қабілеттілігі ен аз болса, күшейткішті тар диапазон деп атайды. таратылатын жиіліктің өткізу қабілеттілігі - 4,5 ... 5 МГц, бұл теледидар сигналын жоғары сапалы шығару үшін қажетті минимумнан аз); [11]

– кең жолақты күшейткіштер (көбінесе сызықтық емес бұрмалануларды азайту және күшейткіштің тұрақтылығын арттыру үшін, мүмкін болатын кең

жолақты өткізу мүмкін, бұл жұмыс сигналының барлық мүмкін жиіліктері үшін қажет болғаннан әлдеқайда кең);

Амплитудалық-жиіліктік сипаттама түрінде:

– селективті немесе резонанстық күшейткіштер (диапазонды-сүзгі немесе резонанстық тербеліс тізбегінің жиілігі бар);

– апериодтық күшейткіштер (жиілік реакциясы RC тізбегіне ұқсас, яғни жиіленген сайын біртіндеп төмендейді).

Күшейтілген электр индикаторы бойынша (бұл жіктеу белгісі күшейткіштің мақсатына жатады):

– кернеу күшейткіштері (күшейткіштің анықтайтын қасиеті - кернеуді күшейту);

– ток күшейткіштері (күшейткіштің анықтайтын қасиеті - ағымдағы күшейту);

– қуат күшейткіштері (күшейткіш деп әдетте кіріс сигналының белгілі бір мәні үшін сыртқы жүктеме тізбегіне белгілі бір қуатты беруге арналған, күшейткіш немесе оның шығыс бөлігі түсініледі).

1.9.1 Күшейту класстары

Транзисторлық күшейткіш сатысында жұмыс кезінде күшейтілген сигналдың заңына сәйкес оның кірісіндегі кернеу мен ток өзгереді. Егер осы уақыт аралығында транзистор белсенді режимде болса, онда бұл өзгерістер шығысқа жіберіліп, каскадтың шығыс сигналында күшейтілген түрде қайталанады. Алайда, кіріс сигналының тербелісі (мысалы, гармоникалық) өздігінен транзисторды белсенді режимнен қанықтыру немесе кесу режиміне дейін жеткізе алады, бұл нақты кернеу деңгейі мен кірістегі ток уақыттың әр сәтіне байланысты. Бұл режимдердің тербелісі нақты тізбектерде мүлдем пайдасыз болып көрінуі мүмкін, сондықтан оларды кез-келген жолмен болдырмауға болады, бірақ бұл олай емес. Сигналдардың күшеюін оның лездік мәні белгілі бір шектіден жоғары немесе одан төмен болған жағдайда ғана қамтамасыз ету қажет схемалар бар. Кейде бұл тізбектер біріктіріледі, олардың әрқайсысы кіріс сигналының мәндерінің өз диапазоны үшін жауап береді, ал көп сатылы күшейткіштің шығуы кезінде толық күшейтілген сигнал қалпына келтіріледі (мысалы, итеру күшінің күшейткіштері). Осы қосудың арқасында күшейткіш тізбектің жалпы тиімділігін едәуір арттыруға болады.

Транзисторлардың жұмыс режимдерінің өзгеру динамикасын ажырата білу үшін (және бұл олардың энергия шығыны мен жылуды таратуды есептеу кезінде маңызды), пайда табысының ұғымы енгізіледі. Үлкен латын әріптерімен белгіленген бес күшейтудің негізгі кластары бар: A, B, AB, C, D.

А күшейту класы: Осы күшейту класында жұмыс істеген кезде транзистор үнемі белсенді режимде болады. Ауыспалы сигналдың кірісі тербелістер ешқашан транзисторды қанықтыруға немесе кесу режиміне келтірмеуі керек, яғни. олардың амплитудасы белгілі бір транзистордың электрлік сипаттамасымен, қоректену кернеуімен және каскадтың кірісіндегі бастапқы тұрақты ауытқумен анықталған белгілі бір аймақпен шектеледі.

Транзистор арқылы маңызды токтардың тұрақты ағымы, біріншіден, үлкен қуатты тұтынуға, екіншіден, жартылай өткізгіш құрылымды қыздыруға әкелетініне назар аударыңыз («А» класындағы күшейту кезеңінің соңғы тиімділігі теориялық тұрғыдан 50% -дан аспайды, ал оның нақты мәндері одан да төмен болады), Бұл А класында қол жеткізуге болатын жоғары күшейтуге кеткен үшін сөзсіз төлем.

В күшейту класы: Транзистордың белсенді режимде екенін болжайды, яғни. кіріс сигналын оның әрекет ету мерзімінің жартысында ғана күшейтеді. Кіріс гармоникалық сигналдың кернеуінің өзгеру кезеңінің екінші жартысы, транзистор өшіру режимінде. В класының негізгі артықшылықтары: транзисторда бөлінетін жоғары тиімділік (70% дейін) және төмен жылу жоғалту қуаты, бұл үлкен және орта қуатты күшейткіштер үшін өте маңызды. Алайда, В класындағы күшейткіштердің айтарлықтай жетіспеушілігі бар - бұл сызықтық емес бұрмалаудың жоғары деңгейі, ол транзистордың кесу режиміне жақындаған кезде пайда болатын сызықтық емес жоғарылауына байланысты.

АВ күшейту класы: Бұл күшейту класы А және В класстары арасындағы аралық болып табылады. Бұл жағдайда транзистор кесу режимі мен белсенді режим арасында ауысады, бірақ бұл әлі де белсенді режим болып табылады. АВ класындағы күшейткіш сатысының тиімділігінің шамалы төмендеуі кіріс сигналының жарты периодының біреуін күшейту кезінде сызықты емес бұрмаланудың едәуір төмендеуімен өтеледі. Күшейткіштің тізбектері транзистордың кесу режимінен белсенді режимге ауысқан кезде, керісінше, айтарлықтай сызықты емес секция шығыс сигналына әсер етпейтін етіп салынған.

С күшейту класы: С класында транзистор кіріс сигналының кернеуінің өзгеру кезеңінің көп бөлігі өшіру режимінде, ал белсенді режимде - кіші бөлігі болады. Бұл класс көбінесе жоғары қуатты резонанстық күшейткіштердің шығыс сатысында қолданылады (мысалы, радио таратқыштарда).

D күшейту класы: Биполярлық транзистор тек екі тұрақты күйде бола алатын негізгі жұмыс режимін көрсетуге арналған: толығымен ашық (қанықтыру режимі) немесе толығымен жабық (кесу режимі).

1.9.2 Күшейткіштердің параметрлері

Осы уақытқа дейін біз транзисторлардың әр түрлі қасиеттерін сипаттайтын параметрлер мен сипаттамаларды қарастырдық, олар электронды күшейткіштердегі негізгі күшейткіш элементтер. Алайда, барлық осындай күшейткіштің (немесе функционалды түрде аяқталған жеке каскадтардың) өнімділігі тұтастай бағаланатын индикаторлар бар. Бұл параметрлер күшейткіште қолданылатын транзисторлардың қасиеттеріне ғана емес, сонымен қатар тізбектің өзі мен параметрлерінің дәлдігіне де байланысты болады.

Күшейткіштің жұмысын сипаттайтын негізгі электрлік көрсеткіштерге мыналар кіреді:

– жіберу коэффициенті немесе өсім коэффициенті;

– динамикалық және амплитудалық сипаттамалары;

– динамикалық диапазон;

– асқын сезімталдық;

– амплитудалық-жиіліктік сипаттама;

– фазалық жиіліктік сипаттама;

– амплитудасы-фазалық сипаттамасы;

– сызықтық бұрмаланулар: сызықтық (жиілік және фаза) бұрмалаулардың сәйкес коэффициенттерімен бағаланады;

– сызықты емес бұрмалау: әр түрлі факторлармен бағаланады (сызықты емес бұрмалау коэффициенті, интермодуляция коэффициенті және т.б.).

Жіберу коэффициенті - бұл күшейткіштің шығуының оның кірісіне қатынасы ретінде анықталған функция. Сигналдардың өздерін математикалық түрде көрсету формасына байланысты берілу коэффициентін білдіретін формалар да ерекшеленеді (ең көп тарағандары - Фурье немесе Лаплас операторлары формалары, ал сәйкес беру коэффициенттері кейде оператордың берілу коэффициенттері деп аталады). [12]

Амплитуданың бұрмалануын және фазалық ығысуды енгізбейтін жоғары сызықты тізбектерді қарастырған кезде, оператордың берілу коэффициентінің күрделі функциясының орнына, олар түсінікті, қарапайым түрде түсіндіріледі.

Динамикалық диапазон: Кіріс кернеуінің амплитудасының ең үлкен рұқсат етілген мәнінің оның ең аз рұқсат етілген мәніне қатынасы (децибелмен) амплитудалардың динамикалық диапазоны (немесе жай динамикалық диапазон) деп аталады. Күшейткіштің кіріс кернеуінің мүмкін болатын амплитудасы бақылау күшінің (қысу нүктесінің) сызықтық бөлігінен тыс күшейткіш сатыларының жұмыс нүктелерінің шығуынан туындаған сигналдың бұрмалануымен шектеледі. Сонымен қатар, минималды амплитудасы әдетте күшейткіштің меншікті шу деңгейімен шектеледі (төменнен), оған сәйкес пайдалы сигнал тиісті сапамен алынбайды.

Амплитудалық-жиіліктік сипаттама (АЖС) - беру коэффициенті модулінің кіріс сигналының жиілігіне тәуелділігі.

Фазалық-жиіліктік сипаттама (ФЖС) - фазалық ығысудың кіріс және шығыс кернеуі арасындағы беріліс коэффициентінің жиілігіне немесе фазасына тәуелділігі.

Амплитудасы-фазалық сипаттамасы (АФС) бұл күшейткіштің өсуі мен фазалық ығысуының полярлық координаттар жүйесінде орнатылған жиілікке тәуелділігі. Ол күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік және фазалық-жиіліктік сипаттамаларын біріктіреді және күрделі беріліс коэффициентінің гомографы болып табылады.

Өтпелі сипаттама - күшейткіштің шығыс кернеуінің уақытқа тәуелділігі болып табылады, оның кірісі лезде секірумен қамтамасыз етіледі. Бұл сипаттама уақытша уақыттың бұрмалануын анықтауға мүмкіндік береді, олар

кіші уақыт аймағында шығыс кернеудің алдыңғы жағымен сипатталады және түсу уақыты мен алдыңғы кернеумен бағаланады. Үлкен уақыттарда импульстің шыңы бұрмаланады. Бұл бұрмалаулар импульстің аяқталу сәтіне дейінгі жазық шыңның ыдырауының салыстырмалы (%) мәні бойынша бағаланады.

1.9.3 Ұялы байланыс желісінің күшейткіштері

Ұялы байланыс желісінің күшейткіштері операторға және оның жұмыс стандарттарына тәуелсіз неғұрлым күшті сигнал беруге арналған. Бұл құрылғылар шығыс қуатымен, жұмыс жиілігінің диапазонымен, өткізу қабілеттілігімен және өсу коэффициентімен ерекшеленеді. Алғашқы және соңғы көрсеткіштерді қамту аймағына және бөлмелер санына байланысты мұқият таңдау керек.

Ұялы байланыстың құлдырауы - бұл кең таралған құбылыс, оның себебі радио сигналын тарату жолында пайда болатын кедергілерден тұрады. Оның күшіне мыналар әсер етеді:

– құрылыс сәулеті;
– жер бедері;
– мобильді құрылғының оператор станциясынан қашықтығы.

Ұялы күшейткіштерді келесі параметрлер бойынша жіктеуге болады:

1) қуат:
– кішкентайлармен;
– орта;
– жоғары тарифтер.
2) орнату орнында:
– ішкі (бөлменің өзінде);
– ашық (көшеде).
3) пайдалану үшін:
– стационарлық;
– портативті (автомобиль).
4) күшейту әдісіне сәйкес:
– белсенді - қайталағыштар, күшейткіштер орнату жүзеге асырылады;
– пассивті - қайталағыш немесе антеннаны орнату керек;
– басқа ықтимал әдістер (gsm жазбалары).
5) байланыс стандартына сәйкес:
– GSM;
– DCS;
– CDMA;
– 3G;
– 4G.

Бұл жер астында орналасқан бөлмелерде ұялы байланысты қамтамасыз етудің негізгі құралы болып табылатын GSM қайталағыштарын пайдалану.

Күрделі электронды құрылғыларды қолданудың ерекшелігі абоненттік ұялы телефондардың сәулелену деңгейін төмендету мүмкіндігі болып табылады:

– адам ағзасына теріс әсер ету жылдамдығы төмендейді;

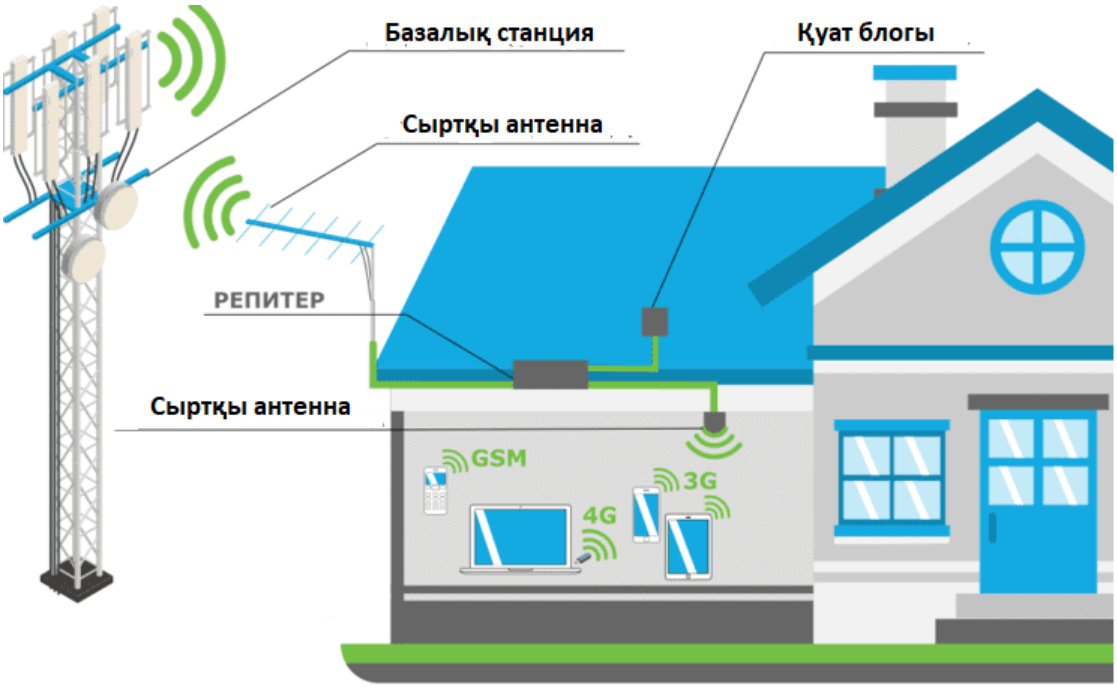
– қайта зарядтамай құрылғының жұмыс уақытын көбейтіңіз;

– басқа электрондық жүйелерге кедергі азаяды.

1.9.4 Күшейткіштің жұмыс принципі

Ұялы байланыстың күшейту жинағының жұмыс принципі радио сигналын сенімді қабылдау аймағынан сигнал жоқ немесе өте әлсіз жерлерге беру болып табылады. Мысалы, көшеде сигнал деңгейі орташа немесе жоғары, бірақ бөлмеде ол жоғалады немесе азаяды және байланыс үзіле бастайды. Күшейту процесі схемалық түрде келесідей:

Оператордың негізгі станциясының әлсіз сигналы көшеде орналасқан сыртқы антеннамен қабылданады. Сыртқы антеннадан сигнал жоғары жиілікті коаксиалды кабель арқылы қайталаушыға беріледі. Репитор сигналды күшейтеді және оны кабель бойымен ішкі антеннаға жібереді.



1.9 сурет – Үйдегі антенналардың орналасуы

Әдетте, ауылдық жерлерде ұялы байланыс операторларының мұнаралары бір-бірінен алыс орналасқан. Егер сіздің үйіңіз базалық станциялардың мұнараларынан едәуір қашықтықта болса, онда бұл жағдайда төмен жиіліктерде жұмыс істейтін, мысалы 800 және 900 МГц жиіліктегіші бар жинақты таңдаған жөн. Бұл жиіліктер үлкен қашықтықтарға таралады, бұл сигналды базалық станциядан қабылдайтын антеннаға және керісінше

тұрақты қабылдау мен беру мүмкіндігі бар екенін білдіреді. 900 МГц жиілігі ұялы байланыс саласындағы ең кең таралған болып саналады. 800 МГц жиілігін негізгі ұялы байланыс операторлары қолдайды және LTE-800 (4G) жоғары жылдамдықты мобильді интернет стандартты сигналды 13 шақырым қашықтықта таратуға мүмкіндік береді.

900 МГц жиілік диапазонында екі байланыс стандарттары жұмыс істейді - GSM-900 (2G) және UMTS-900 (3G). Бұл 900 МГц жиіліктегі ұялы байланыс күшейткішін қолдана отырып, 3G стандартындағы дауыстық байланысты ғана емес, сонымен қатар мобильді Интернетті де жақсартуға болатындығын білдіреді. Алайда, барлық ұялы байланыс операторлары осы жиілікте Интернет таратуды қолдамайтынын есте ұстаған жөн. Егер сіздің үйіңіз ауылдан өте алыс болмаса, жоғары жиілікті «ұстап алу» мүмкіндігі бар, мысалы, 1800 МГц немесе 2100 МГц. Содан кейін 3G стандартындағы (UMTS-2100) толыққанды жоғары жылдамдықты Интернет пен дауыстық байланыс, сондай-ақ LTE-1800 (4G) стандартындағы жоғары жылдамдықты Интернет және GSM-1800 (2G) стандартты кеңейтілген өткізу қабілеті бар дауыстық байланыс қол жетімді болады.

1.10 Семей қаласындағы Аксаринск коттедждік қалашығы туралы мағлұмат

Семей — Шығыс Қазақстан облысының батыс өңіріндегі екінші орындағы ірі қала болып табылады. Ол Ертіс өзенінің екі жағасына орналасқан. Аумағы – селолық округтерді қосқанда 27,5 мың шаршы метр. Гринвичтен 500 ендік және 800 бойлық сызықтары қиылысында Семей қаласынан батысқа қарай 40 км. Дегелең тауында Евразия супер-құрылығының Географиялық орталығы анықталған.

Өңір климаты ерекше географиялық орналасуымен ерекшеленеді, құрылықта, мұхиттардан барынша алыс орналасқан. Аумақ арктикалық бассейнге ашылған, бірақ Азияның ең биік тау шыңдары оны Үнді мұхитының әсерінен оқшау қалдырған. Климатының шұғыл континентальдылығы жылдық және тәуліктік температуралардың жоғары амплитудасы салдарынан болып отыр. Қыста -45 – қа, жазда +45 –қа дейін жетеді.

Аксаринск коттедждік қалашығы Семей қаласының солтүстік шығыс бөлігінде орналасқан. Коттедждік қалашыкта 6000-ға жуық адам тұрады. Орналасқан құрылыс нысандарының ауданы 150-200 м^2 аумақты қамтиды. Қалашықта шамамен 100 ден аса ғимарат бар.

1.9 сурет – Аксаринск коттедждік қалашығының картадағы көрінісі [14]

2 КӨЛІК ЖЕЛІСІ ЖАБДЫҚТАРЫН ТАҢДАУ

2.1 Жабдық таңдау критерийлері

LTE мобильді желілері үшін жабдықтарында Қазақстан нарығында көптеген компаниялардың өнімдері ұсынылған, соның ішінде:

– Ericsson;
– Alcatel-Lucent;
– Nokia Siemens Networks;
– Fujitsu;
– Huawei Technologies;
– Motorola;
– Cisco Systems.

LTE желілері үшін жоғары технологиялық жабдықты таңдағанда келесідей критерийлерді басшылыққа алу керек:

– бағасы;
– сапасы;
– кепілдік міндеттемелері;
– жабдықтың функционалдығы және оны кеңейту мүмкіндіктері;
– қолданыстағы желілерге қосылу мүмкіндігі;
– жиілік диапазоны және т.б.

Жабдықты таңдау кезінде оператор ең алдымен баға / сапа қатынасына назар аударады.

2.2 Базалық станция жабдықтарын таңдау

2.2.1 Huawei DBS3900 LTE базалық станциясы

DBS3900 қарапайым құрылымды және желіні жылдам орналастыруды қамтамасыз етеді. DBS3900 негізгі функционалды модульдердің тек екі түріне

ие, осылайша қосалқы бөлшектер мен қызмет көрсету шығындарын едәуір азайтады. Қоршаған орта жағдайларына жақсы бейімделу кезінде негізгі модульдер тиімді орналастыру үшін сайт жағдайларына оңай бейімделеді. Яғни, жабдықтар үшін үй-жайлар салу үшін қосымша шығындар болмайды.

Қашықтан басқару модулі келесі артықшылықтарды ұсынады:

– DBC3900 RF модулін мұнараға орнатуға болатындықтан, жеткізу желісінің ұзындығы едәуір қысқарады және жеткізу желілерінің құны да азаяды;

– жеткізу желілеріндегі ысыраптардың азаюы электр энергиясының өсуінің 3-тен 5 дБ-ға дейін және қамту радиусының 20% -дан астам ұлғаюына әкеледі. Осылайша, дәстүрлі макро-BTS-ті шкафтың қуатынан аз алуға болады;

– Қашықтағы радио модуль технологиясының арқасында DBS3900 таратылған радио модульдерді қолдайды, бұл теміржол желілері бойымен жабындардың дизайнын икемді етеді.

DBS тұтастай алғанда, BBUs және оған қосылған барлық RRU іс жүзінде бір ұяшықты білдіреді. Мұндай схеманың ең маңызды артықшылығы - жасушалар арасындағы өткізгіштер санын азайту. Қайталағышпен салыстырғанда әр RRU радио сигналдарын өздігінен шығара және басқара алады, аралық түйіндердегі пассивті кедергілер жинақталмайды, ал DBS толығымен (BBU және барлық RRU) бір қызмет интерфейсі арқылы басқарыла алады.

Бірдей жиілікті қолданумен қосарланған қамту схемасы екі белсенді / күтуге болатын BTS-ке бірдей аймақты қамтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кез-келген уақытта BTS-тің біреуі ғана жұмыс істейді. Бұл екі BTS бірдей жиіліктерді қолданады. Қалыпты жағдайда, белсенді BTS қалыпты режимде жұмыс істейді, күту режимінде BTS жұмыс істейді, бірақ қуат берілмейді. Белсенді BTS сәтсіз болса, BSC белсенді режимнен BTS күту режиміне ауысады. Бұл жағдайда бұрын қолданыстағы BTS «күту BTS» күйіне дейін төмендетіледі, ал бұрын күткен BTS күші «белсенді BTS» мәртебесіне дейін көтеріледі. Бұл артық қамту қосымша бір жиіліктен айырмашылығы қосымша жиілікті қажет етпейді, бұл желінің қол жетімділігін арттырады және тіпті BTS істен шыққан жағдайда да желінің үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

RRUs белсенді және күту BBU-ге қосылады. Яғни, әр RRU екі BBU қосылады. Қалыпты жұмыс жағдайында RRU тек белсенді BBU-мен байланысады. BBU резервтік функциясы арқасында RRU BBU істен шыққан жағдайда CPRI порттарын автоматты түрде ауыстыруды қолдайды. Белсенді BBU істен шыққан жағдайда, BSC белсенді режимнен күту режиміндегі BBUға ауысады; соңғысы белсенді болады. Өз кезегінде RRU CPRI порт қосқышын іске қосады. Ауыстырғаннан кейін RRUs жаңа белсенді BBU-лармен мәліметтер алмасады.

Жетілдірілген бағдарламалық жасақтаманың, сондай-ақ зияткерлік ПЖ басқару сияқты энергияны үнемдейтін бағдарламалық жасақтаманың

арқасында DBS3900 қуатын тұтыну айтарлықтай төмендейді. Сонымен қатар, табиғи жылу тасымалдағыштың дизайны РЖ модулін желдеткіштерсіз жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бұл қуатты одан әрі азайтады, шу мен желдеткішке қатысты ақауларды жояды. Жоғарыда айтылғандардың арқасында операторлар жасыл желілерді құра алады.

Бір ұяшыққа максималды өткізу қабілеті (20 МГц):

– орташа қол жетімділікті басқару (MAC) деңгейінде өткізу қабілеттілігі - 150 Мбит / с (2x2 MIMO);

– MAC деңгейіндегі өткізу қабілеттілігі - 70 Мбит/с (2x2 MU-MIMO немесе 2x4 MU-MIMO).

MAC деңгейіндегі жоғары және төмен қарай өткізу қабілеті 1500 Мбит/с құрайды.

ENodeB-де RRC_CONNECTED режиміндегі ЖЭК максималды саны:

– 1,4 МГц - 3024 UE;

– 3 МГц - 6480 UE;

– 5 МГц / 10 МГц / 15 МГц / 20 МГц - 10800 UE дейін.

Пайдаланушы деректерін (DRB) UE-ге жіберу үшін бір уақыттағы радио-тасымалдаушы жиіліктерінің максималды саны - 8.

BBU3900 ерекшеліктері:

– UMPT платасында - бір FE / GE электр порты, бір FE / GE оптикалық порт;

– кіріс қуаты - 48 В тұрақты ток (кернеу диапазоны: минус 38,4-тен минус 57 В DC);

– өлшемдер (биіктігі х ені х тереңдігі) - 86x442x310 мм;

– толық конфигурациясы бар салмағы - 12 кг;

– ұзақ мерзімді жұмыс кезінде минус 20-ден 50 ° С-қа дейін және қысқа мерзімді жұмыс кезінде плюс 50-ден 55 ° С-қа дейінгі температура;

– салыстырмалы ылғалдылық 5-тен 95% -ға дейін;

– сыртқы әсерлерден қорғау класы (IP) - IP20;

– атмосфералық қысым 70-тен 106 кПа-ға дейін.

RRU радиоқабылдағышының сипаттамасы:

– кіру қуаты минус 48 В DC; кернеу диапазоны 57-тен минус 36 В DC;

– жұмыс температурасы минус 40-тан 50 ° С-қа дейін (күн радиациясы 1120 Вт / м2), минус 40-тан 55 ° С-қа дейін (күн радиациясын қоспағанда);

– салыстырмалы ылғалдылық 5-тен 100% -ға дейін;

– атмосфералық қысым 70-тен 106 кПа дейін;

– сыртқы әсерлерден қорғау класы (IP) - IP65.

2.1 сурет – Жиілікті өңдейтін негізгі қондырғы (BBU

2.2 сурет – Қашықтағы радиожиілік блогы (RRU)

Желі мүмкіндіктері:

а) E1 / T1, оптикалық FE, радиорелейлік және спутниктік таратуды қамтамасыз етеді;

б) топологияны қолдау: жұлдыз, ағаш, тізбек, сақина және аралас топология, сонымен қатар Flex Abis.

d) DBS3900 LTE 2G немесе 3G желілерін пайдалануды қолдайды, LTE мен GERAN / UTRAN / СДМ2000 PS доменінің арасында өткізуді қамтамасыз ете алады. Ол LTE желісін қазіргі 2G желісіне немесе одан әрі орнату процесін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Ол 850/900/1800/1900 МГц (GSM, UMTS) және 1800 жиіліктерінде жұмыс істейді.

Базалық станциялардың функциялары:

– радио ресурстарын басқару: радиоарналардың таралуы, динамикалық өсу және кему бағыттары бойынша ресурстарды бөлу;

– IP пакеттерінің тақырыптарын қысқарту, абонент туралы ақпарат ағынын шифрлау;

– абоненттік ұшақтың ақпараттық пакетінде бағыт бойынша бағыттау қызмет көрсету шлюзі;

– қоңыраулар мен мәліметтерді тарату және тарату;

– PWS деректерін жоспарлау және беру (қоғамдық ескерту жүйесі, жүйе) дабыл туралы хабарлама);

– ұтқырлықты басқару және диспетчерлеу үшін өлшеу және есеп беру.

Антенналар RRU-ға коаксиалды кабельдермен қосылады.

RRU және BBU құрылғыларын қосу оптикалық кабель арқылы жүзеге асырылады.

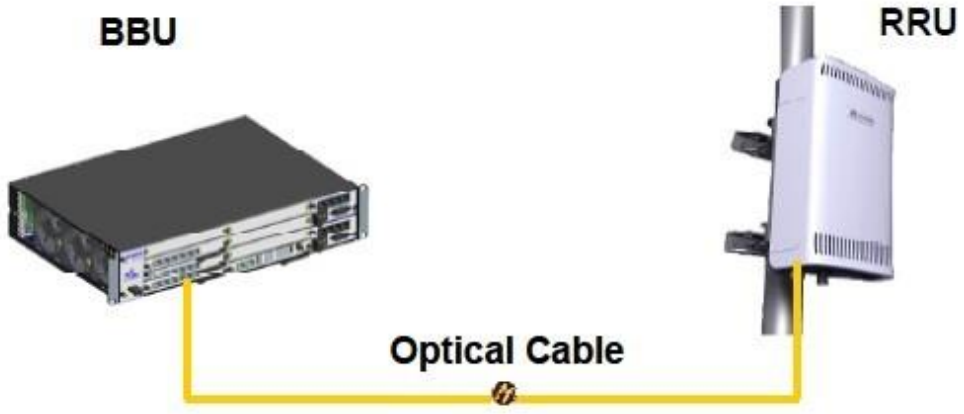
BBU таратушы жабдыққа (мультиплексор, радиорелейлік желі), содан кейін BSC базалық станциясының басқару датчигіне қосылады (E1 арқылы)

DBS3900 - Huawei компаниясының BTS платформасын қолданып таратылған базалық станция. Ұялы байланыс жүйесінің базалық станциясы бола отырып, DBS3900 базалық жиілікті өңдеу блогынан (BBU) және сыртқы радиожиілік қондырғысынан (RRU) тұрады. BBU3900 - жиілікті өңдейтін негізгі қондырғы. RRU3004 радиожиілік блогы екі / төрт радио таратқыштың жұмысын қолдайды.

DBS3900 қуаттылықты кеңейту, қондырғының икемділігі және жаңарту тұрғысынан желіні құру талаптарына жауап беретін сыртқы РЖ модулін қолданады.

RRU3004 және BBU3900 арасында CPRI интерфейсі қолданылады, ол оптикалық кабельдерді қолданып екі модульді қосуға мүмкіндік береді. Бұл сізге автокөлік бөлмесін құруға, жабдықты орнатуға және пайдалануға шығындарды едәуір азайтуға мүмкіндік береді.

Таратылған BTS-мен DBS3900 енгізу ұялы желілердің дамуын жеделдетеді, басқа желілермен үйлесімділікті қамтамасыз етеді, сонымен қатар кең жолақты технологияларды пайдалануға мүмкіндік береді.



2.3 сурет – Huawei DBS3900

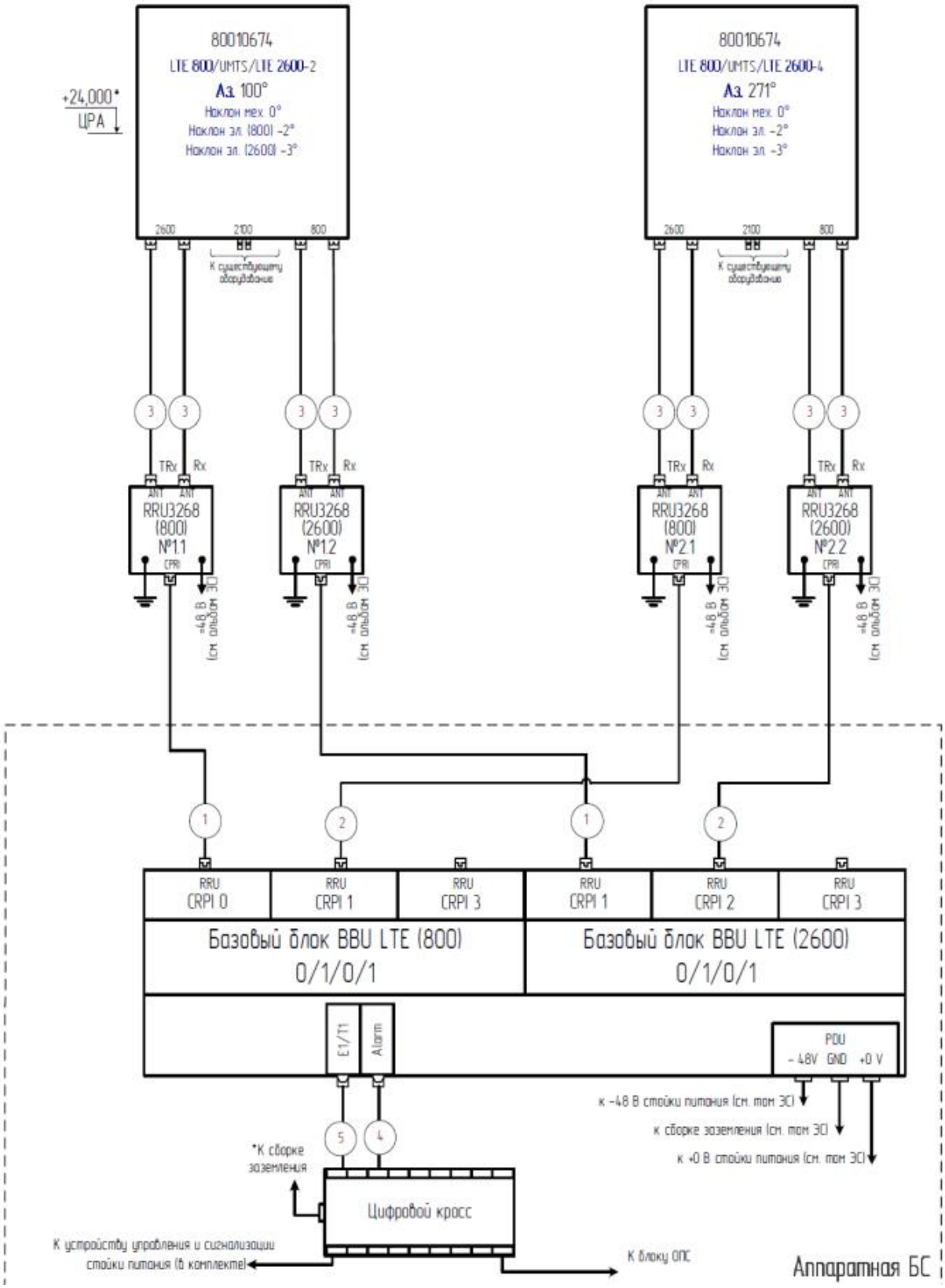
DBS3900 қамтуды қамтамасыз етудің келесі артықшылықтарына ие:

– RRU3004 үш RRU модулінің каскадын қолдайды. Бір RRU модулі BBU-дан 40 км-ге дейін орнатылады;

– TCH / FS каналының статикалық сезімталдығы -113 дБм (қалыпты температурадағы әдеттегі мән);

– RRU3004 RRU3004 технологиясын қолдайды;

– RRU3004 шығуының максималды қуаты 40 Вт (900М) немесе 30 Вт (1800М) құрайды.



2.4 сурет – Жабдықты қосу схемасы

Базалық станция жабдықтарының қосылу схемасы 2.1 - суретте көрсетілген (үшінші радио модульдің қосылуы суретте көрсетілмеген).

LTE мобильді желісінің негізгі станция жабдықтары:

– үш антенна 80010674 («Катрейн» Германия);

– BBU 3900 LTE базалық блогы («Huawei Technologies Co., Ltd», Қытай);

– RRU 3268 (2600) үш радио модулі («Huawei Technologies Co., Ltd», Қытай);

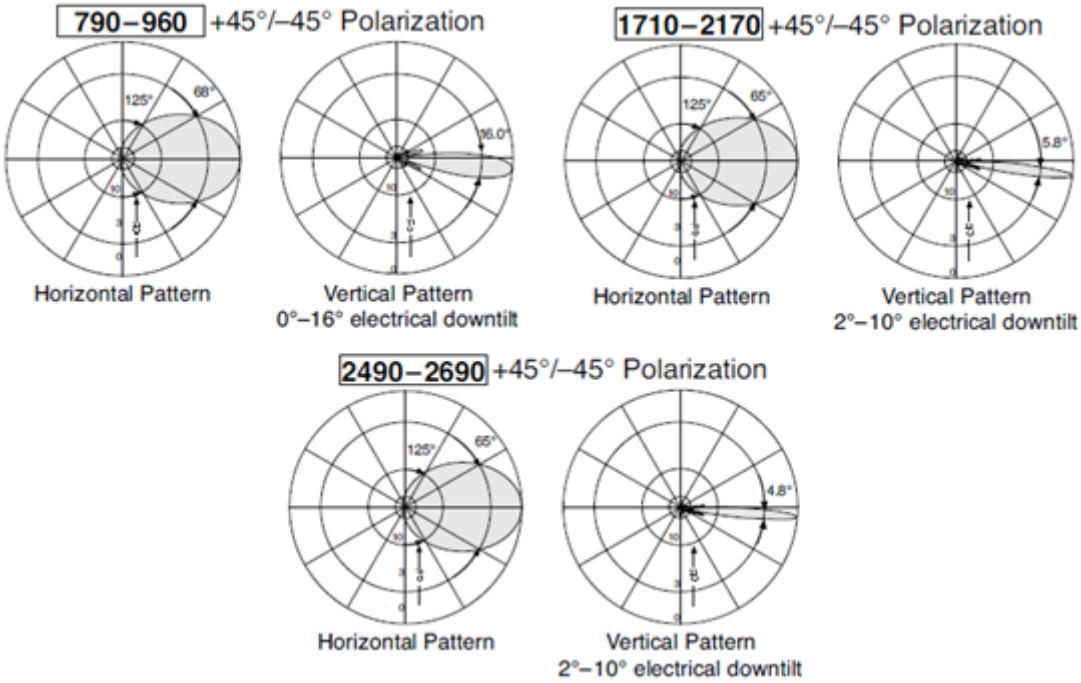
– RRU 3268 (800) үш радио модуль («Huawei Technologies Co., Ltd», Қытай).

Катрейн 80010674 антеннасының сипаттамалары 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте – Катрейн 80010674 антеннасының сипаттамалары

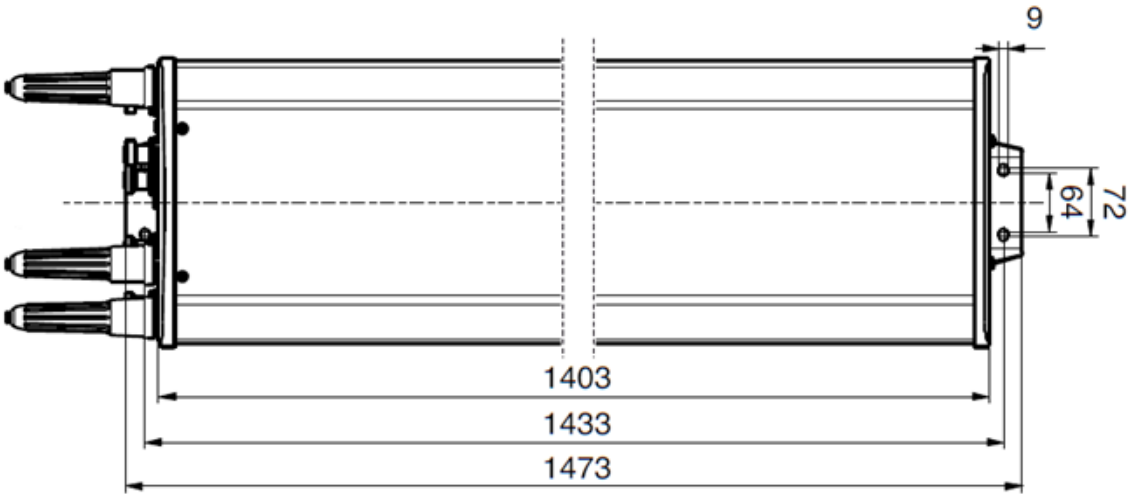
Type No.	80010674						
	790-960			1710-2170			2490-2690
Жиілік диапазоны (МГц)	790-862	824-894	880-960	1710-1880	1850-1990	1920-2170	2490-2690
Полярлық	+45°, -	+45°, -	+45°, -	+45°, -	+45°, -	+45°, -	+45°, -45°
Бағыты	14.5-14.2 0°-16°	14.6-14.3 0°-16°	14.8-14.4 0°-16°	17.0-16.6 2°-10°	17.2-16.8 2°-10°	17.2-16.7	16.3-15.8 2°-10°
Жартылай қуаттық баланс	69°	68°	67°	63°	63°	65°	65°
Алдан-артқа қатынасы,кополярлы (180 ° ± 30 °)	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Айқас полярлық қатынас. Негізгі бағыт 0 °Сектор ± 60	Typically: 25 dB > 10 dB	Typically: 25 dB > 9 dB	Typically: 23 dB > 8 dB	Typically: 18 dB > 9 dB	Typically: 21 dB > 9 dB	Typically: 23 dB > 10	Typically: 23 dB > 8 dB
Жарты қуатты сәуленің ені	16.5°	16.0°	15°	6.2°	5.8°	5.7°	4.8°
Электрлік иілу, үнемі түзету.	0°-16°			2°-10°			2°-10°
Мин. негізгі сәуленің үстіндегі	0°-16° T 16-15 dB	0°-16° T 16-15 dB	0°-16° T 15-15 dB	2°-10° T 14-15 dB	2°-10° T 14-16 dB	2°-10° T 14-17	2°-10° T 14-17 dB
Кедергі	50 fi			50 G			50 fi
VSWR	< 1.5			< 1.5			< 1.5
Оқшаулау: ішкі жүйе	> 30 dB			> 28 dB			> 30 dB
Оқшаулау: ішкі жүйе	> 30 dB (790-960 // 1710-2170 // 2490-2690MHz)						
Интермодуляция	< -150 dBc (2 x 43 dBm carrier)						
Жалпы қуат	500 W* 1000 W*			200 W* 400 W*			200 W* 400 W*

2.5 суретте Kathrein 80010674 бағытталу диаграммасы көрсетілген



2.5 сурет – «Катрейн» 80010674 антеннасының бағытталу диаграммасы

2.6 суретте «Катрейн» 80010674 антеннасының өлшемдері көрсетілген.



2.6 сурет – «Катрейн» 80010674 антеннасының өлшемдері

BS шкафынан антенналарға және сыртқы радио қондырғыларға дейінгі кабельдер қолданыстағы металл конструкцияларына сәйкес орналастырылады. Төсеу стандартты бекіткіштердің көмегімен жүзеге асырылады, кабельдер 0,8 м аралықтағы стандартты бекіткіштерді қолдана отырып, кабельдік арналарға бекітіледі.

Кабельдің кіруі жабдық бөлмесінің қабырғасында бар кабель кірісі арқылы жүзеге асырылады. Кабельдерді төсегеннен кейін, кабель кірісі мөрленеді.

Секторлық антенналарды орнату бар құбыр эстакадаларында жүзеге асырылады.

Жоба қолданыстағы ауа баптағыш жүйені және ұрлық дабылды қолдануды қарастырады.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Жобаланған 4G желісінің радиоқабылдауын бағалау

Шығыс Қазақстан облысындағы операторларға радиожиіліктер комитеті қазіргі кезде жиілік диапазондарын бөлді:

– GSM-900 (935.2 - 959.8 / 890.2 - 914.8 МГц): 1 - 124 каналдар;

– GSM-1800 (1805.2 - 1879.8 / 1710.2 - 1784.8 MHz): 512 каналы - 885;

– IMT-2000 / UMTS 2.1, 2,5 - 2,7 ГГц.

Радиожиілікті, жоспарланған желінің өнімділігі мен қуатын бағалау үшін біз бастапқы деректерді қолданамыз:

– Ауқымы - 2100 МГц;

– Белгіленген жиілік диапазоны 20 МГц;

Жүйелік жиілік диапазоны 2 каналға бөлінген жиіліктік дуплекстеу (FDD): DL үшін 10 МГц және UL үшін 10 МГц;

Модуляция және кодтау схемасы: DL үшін 64QAM ½ және UL үшін 16QAM.

Қозғалыс профилін анықтау. Желілік трафиктің профилін айқындау процедурасына бастапқы деректерді дайындау сатысын аяқтауға және бастапқы жуықтау желісінің параметрлерін тікелей есептеуге ауысуға бағытталған сілтеме рөлі берілуі мүмкін. Күтілетін трафик профилін бағалау үшін және қажетті қызмет модельдерін құру үшін қажетті ақпаратты ұсыну көбінесе оператордың (тапсырыс берушінің) құзыретіне жатады.

МЖС (максималды жүктеме сағаттары) үшін трафик моделін құру екі негізгі компоненттерден тұрады:

– Сервис моделі деректердің берілу жылдамдығы, B_{data} кбит/с, сессияның орташа ұзақтығы, $T_{сессии}$ с, пайдаланушылар трафигінің пайыздық көрсеткіші $T_{сессии}$ %, сессияның орташа ұзақтығы T_{burst} сияқты негізгі параметрлерді сипаттайтын қызмет моделі.

– Абоненттің мінез-құлық моделі қызметті пайдаланатын абоненттердің үлесі N_{active} мен сеансты іске қосу саны N_{BH} туралы статистикалық мәліметтерге негізделген бір немесе басқа қызметті пайдаланған кездегі моделі.

Қызметтердегі деректерді беру жылдамдығын, B_{data} кбит/с оператормен орнатылуы немесе белгілі бір қызмет түріне арналған талаптардың негізінде орнатылуы мүмкін.

Мысал ретінде біз трафик профилі моделінің қызметтерін таңдауды және сипаттаманы береміз:

– Веб-браузинг - веб-беттерді қарау;

– File Transfer + P2P Sharing - деректерді беру;

– Ағындық медиа - ағынды мультимедиа;

– Лездік хабар алмасу (IM) - жедел хабар алмасу жүйелері (Skype, WhatsApp, т.б.).

Басқа қызметтермен және сигналдармен жасалған трафиктің үлесі шамалы деп есептеледі және келесі есептеулерге айтарлықтай әсер етпейді. Нақты желілерде абоненттердің тарифтік жоспарлары мен аймағының морфоструктурасы негізінде пайдаланушылардың қалауларындағы статистикалық айырмашылықтарды ескеруге болатындығын ескеріңіз.

Осылайша, бір сессияға қызмет көрсететін ақпараттың көлемі:

$$S_{data} = B_{data} \times T_{сессии} \times T_{burst} + St_{BLER/PER} \text{ , кбит} \qquad (3.1)$$

Мысал ретінде біз әдістемені қолдана отырып МЖС үшін «төмен» (3-кесте) және «жоғары» (3-кесте) жолдарында трафик профилін саламыз.

Бір абоненттен МЖС-на дейін жоғары және төмен жолдардағы трафиктің барлық түрлері туралы ақпарат кестеде келтірілген.

3.1 кесте – МЖС-да бір абонентке келетін ақпараттың мөлшері

Қызмет түрі	S_{data} , кбит	
	«жоғары» сызығы	«төмен» сызығы
Web-серфинг	4631,04	18800,64
Ақпаратты жіберу	620544	2511667,2
Мультимедиа	9354,24	37969,92
Мессенджерлер	72253,44	72038,4
Толық көлемі $\sum_{i=1}^{N} S_{data}$, кбит	706782,72	2640476,16

Трафик профилінің есептелген параметрлері негізінде жоғары және төмен сызықтар бойында бір абонент үшін МЖС-да желінің қажетті өткізу қабілетін Th_{per1} бағалауға болады. Мұнда орташа трафик қарастырылғандықтан, МЖС-дағы қысқа мерзімді шыңдарды есептеу үшін оларды өңдеуге арналған шекараны енгізу қажет («жоғары» және «төмен» сызықтары бойынша). Әрбір қызмет түрі үшін МЖС-да шұғыл трафикті

өңдеуге арналған қордың мәні қолданыстағы желілер туралы статистикаға және белгілі бір қызмет түрінің даму перспективаларын талдауға негізделген. Біз көрсетілген қызметтердің әрқайсысы үшін трафиктің максималды көлемін өңдеуге арналған қордың құнын $P_{AR} = 40\%$ қабылдаймыз.

Осылайша, МЖС-да қажетті өткізу мөлшері формула бойынша анықталады:

$$Th_{per1} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(S_{data(i=1)} \times N_{BH(i=1)} \times N_{active(i=1)} + P_{AR})}{3600} [кбит/с] \quad (3.2)$$

3.2 кесте – МЖС-да бір абоненттің өткізу қабілеттілігін бағалау

Қызмет түрі	S_{data}, кбит	
	«жоғары» сызығы	«төмен» сызығы
Web-серфинг	3,65568	0,90048
Ақпаратты жіберу	146,5139	36,1984
Мультимедиа	1,77193	0,436531
Мессенджерлер	29,41568	29,50349
Толық көлемі $\sum_{i=1}^{N} S_{data}$, кбит	181,3572	67,0389

Мысалда көрсетілген трафик профилі үшін қажетті өткізу қабілеті Th_{per1}

$Th_{per1(UL)} =$ 67 [кбит/с] «жоғары» торабы үшін

$Th_{per1(DL)} =$ 181 [кбит/с] «төмен» торабы үшін

Жоғары және төмен сызықтар үшін бір абонент үшін Th_{per1} өткізу қабілеттілігінің мәндерін алғаннан кейін, біз барлық біртекті желінің фрагменті үшін Th_{net} өткізгіштің қажетті бағасын жасай аламыз.

$$Th_{net} = Th_{per1} \times N_{аб\ МЖС}, \quad (3.3)$$

мұндағы $N_{аб\ МЖС}$ – МЖС кезіндегі қолданушылар саны;

$N_{аб\ МЖС}$ – 6000 адамнан тұратын біртекті желілік фрагменттің қажетті өткізу қабілеті:

$Th_{net(UL)} = \frac{67 \cdot 6000}{10^6}$ = 4,02 [Мбит/с]- «жоғары» торабы.

$$Th_{net(DL)} = \frac{181 \cdot 6000}{10^6} = 10{,}8$$ [Мбит/с]- «төмен» торабы.

3.2 Ұя санын анықтау

Желідегі ұяшықтар санын анықтау үшін сіз бөлінген арналардың жалпы санын білуіңіз керек.

Арналар саны мына формула бойынша есептеледі:

$$N_k = \frac{\Delta f_\Sigma}{\Delta f_k}, \qquad (3.4)$$

мұндағы Δf_Σ - желі үшін бөлінген жиіліктер диапазоны және 71 МГц-ке тең;

Δf_k - LTE желілерінде ені 180 кГц болатын ресурстық блок (бір арнаның жиілік диапазоны)

$$N_k = \frac{71000}{180} = 394.4.$$

Абоненттік жүктеме 0,2 Эрл болған жағдайда, бір базалық станция 750 абонентке қызмет көрсетеді.

Семей өлкесіндегі Аксаринск қалашығының ауданы 4 км^2 құрайды. Желіге қосылымды қамтамасыз ету үшін осы салада сізге қажет:

$$N_{eNB} = \frac{4}{3.14 \cdot 1^2} = 1,25 \longrightarrow 2$$ базалық станцияға тең.

Олар 3.1 суреттегі жоспарға сәйкес орналасқан.

Радио хабарларын талдауды бастау үшін, мүмкін болатын шығындардың максималды мөлшері торапта есептеледі. Шекті рұқсат етілген шығындар изотропты айырма ретінде есептелуі мүмкін, таратқыштың радиациялық қуаты және қажетті минималды шығу сигналын, байланыс каналындағы барлық ысыраптарды ескере отырып, жұптасқан жақтың қабылдағышына қолдау көрсетіледі, ол қабылдау сигналының қалыпты демодуляциясы. Сәйкесінше олар 202,7 дБ және 126,5 дБ болды. LTE жиілік спектрін жақсы қолданады, үлкен сыйымдылықпен және (latenсу) кідірістің аз мәндерімен айырмашылығы болады. Деректерді беру жылдамдығының үлкеюі берілетін қызметтердің сапасының жоғарылатуына мүмкіндік туғызады, (көп қолданушы ойындар, әлеуметтік желілер, барлау және M2M-нің видеоконференция жүйесі, ол өздігінен – қосымшаның онлайн тағы басқалар) жаңа мультимедиа сервистерінің таратуын жылдамдатады. Операторларға LTE технологиясының енгізуі іргелі және операциялық

шығындарды кішірейтіп, желіні иеліктің жиынтық құнын азайтып, қызметтер және технологиялардың конвергенцияның төңірегідегі өз мүмкіндіктерін кеңейтіп, деректерді беруді қызмет түрлерін ұсынудағы табыстарын жоғарылатуға мүмкіндік береді. LTE енгізу базалық стансадан тұтынушыға 326, 4 Мбит/с-ке дейін және кері бағыттағы 172, 8 Мбит/с-ке дейін деректерді беру жылдамдығымен теория жағынан алғанда қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Барлығы (2G) GSM-мен бастады. GSM желілері жылдамдықты 13-15 кбит/сек-ке дейін қамтамасыз етеді. Интернеттің желісіндегі роликтер әр түрлі бейнекөру туралы айтпай-ақ жаңалықтарды оқу үшін мұндай жылдамдық жарамсыз. GSM желілерінің жақсартылған версиясы GPRS технологиясы болып табылады. Деректерді беру жылдамдығы 100-120 кбит/сек-ке шамасына жетеді. Осы технологияны 2, 5G ұрпаққа жатқызуға болады. EDGE-ға келесі деңгей. EDGE деректерді беру жылдамдығында GPRS-қа қарағанда 4 есе көбірек, бірақ 3G және 3G+ ұрпақтардың жылдамдығына дейін әлі ерте. Міне сондықтан EDGE 2, 75G-ға бекітті.

3.3 кесте – Жоспарланған LTE желісінің сипаттамасы

Белгіленуі	Өлшем бірлігі және атауы	Мәні
$P_{ПРД\ БС}$	БС таратқыштың қуаты, дБВт	13
$G_{ПРД\ БС}$	БС таратқыш антеннасының күш. коэф., дБ	18
$f_{ПРД\ БС}$	БС берілісінің жұмыс жиілігі диапазоны, МГц	935-960
$P_{ПРМ\ БС}$	БС қабылдағыштың сезімталдығы, дБВт	-138
$G_{ПРМ\ БС}$	БС қабылдайтын антенна, дБ	18
$f_{ПРМ\ БС}$	БС қабылдау жиілігі, МГц	890-915
$P_{ПРД\ МС}$	МС таратқыштың қуаты, дБВт	-3
$G_{ПРД\ МС}$	МС таратқыш антеннасының күш. коэф., дБ	0
$f_{ПРД\ МС}$	МС беріліс жиілігі диапазоны, МГц	890-915
$P_{ПРМ\ МС}$	МС қабылдағыштың сезімталдығы, дБВт	-104
$G_{ПРМ\ МС}$	МС таратқыш антеннасының күш. коэф., дБ	0
$f_{ПРМ\ МС}$	МС қабылдау жұмыс диапазоны жиілігі, МГц	935-960

3.1 сурет – Желіні қамту аймағы [14]

3.3 Желінің өткізгіштік қабілеттілігін бағалау

Ақпараттың белгілі бір мөлшерде берілуін қамтамасыз ету үшін 10 МГц диапазонының дұрыс таңдалғанын тексеріңіз. Желінің сыйымдылығы (әйтпесе өткізу қабілеті) белгілі бір жағдайларда ұяшықтың спектрлік тиімділігінің орташа мәндеріне сүйене отырып бағаланады.

Ұялы байланыс жүйесінің спектрлік тиімділігі - бұл пайдаланылған жиілік диапазонының (бит/с/Гц) 1 Гц үшін берілетін деректердің жылдамдығына (бит / с) қатынасы ретінде есептелген көрсеткіш. Бұл мән берілген жиілік диапазонындағы ақпаратты беру жылдамдығын сипаттайды. Спектрлік тиімділік жиілік ресурсын пайдалану тиімділігіне, бөлінген желі мен қызмет көрсету сапасына үлкен әсер етеді.

3.4 кесте – LTE желісі үшін орташа спектрлік тиімділік

Торап	MIMO схемасы	Орташа спетральді тиімділік (бит/с/Гц)
UL	1×2	0,735

FDD жүйесі үшін 1 БС секторының орташа өткізу қабілеттілігі былай есептеледі:

$$Th_{сект} = S \cdot W \,, \tag{3.5}$$

мұндағы S – орташа спектрлік тиімділік (бит / с / Гц),
W – арнаның ені (МГц). Онда;

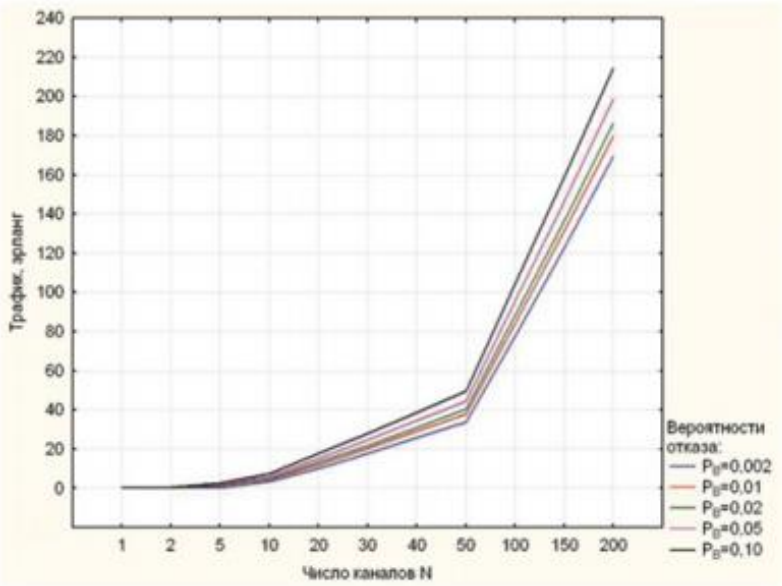
$$Th_{сектDL} = 1.69 \cdot 5 = 8.45\ Мбит/с.$$

$$Th_{сектUL} = 0,735 \cdot 5 = 3,675\ Мбит/с.$$

Th_{eNB} базалық станциясының орташа өткізу қабілеттілігі бір сектордың сыйымдылығын базалық станция секторларының санына көбейту арқылы есептеледі; eNB секторларының саны 3, өйткені базалық станция 3 секциядан тұрады, осыған байланысты:

$$Th_{eNB}DL = 8.45 \cdot 3 = 25,35\ Мбит/с.$$

$$Th_{eNB}UL = 3.675 \cdot 3 = 11,025\ Мбит/с.$$



3.2 сурет – Сектордағы рұқсат етілген жүктің қозғалыс арналары санына және бұғатталу ықтималдығына тәуелділігі

3.4 Ұя радиусы және ауданын есептеу

Ұя ауданын табу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$S_{eNB(mp)} = \frac{S_{net}}{N_{eNB}}, \qquad (3.6)$$

мұндағы S_{net} – желінің қызмет көрсету аумағы км^2.

$S_{net} = 0.2$ км^2 болғанда

$$S_{eNB(mp)} = \frac{2}{1257} = 0.00159 \text{ км.}$$

Ұя радиусын табу үшін:

$$R_{eNB(mp)} = \sqrt{\frac{S_{eNB(mp)}}{\pi}}, \quad (3.7)$$

$$R_{eNB(mp)} = \sqrt{\frac{S_{eNB(mp)}}{\pi}} = 0{,}022 \text{ км.}$$

3.5 Радиоаумақты Окамура Хата моделімен есептеу

$$L = 45{,}5 - 13{,}821 \lg H_{БС} + 35{,}4 \lg F - (1{,}1 \cdot \lg F - 0{,}7) \cdot H_{MC} + \\ +(44{,}9 - 6{,}55 \lg H_{БС}) \cdot \lg R \quad (3.8)$$

мұндағы F - сигнал жиілігі, МГц;

$H_{БС}$ - негізгі станцияның антеннасының тиімді биіктігі, м;

$H_{мс}$ - жылжымалы станцияның антеннасының жер үстіндегі биіктігі, м;

R - таратқыш пен қабылдағыш арасындағы қашықтық, км

$$L = 45{,}5 - 13{,}821 \lg 50 + 35{,}4 \lg F - (1{,}1 \cdot \lg 1800 - 0{,}7) \cdot 1{,}5 + (44{,}9 - 6{,}55 \lg 50) \cdot \lg 3{,}2 = \\ = 150 \text{ дБ}.$$

LTE үшін рұқсат етілген жоғалу 155,5 дБ> 150 дБ құрайды, бұл байланыс тұрақты болады.

3.6 «Жақын» және «алыс» өрістегі пайдаланушылар үшін LTE желісінің каналында берудің рұқсат етілген жылдамдығын есептеу

«Жақын» (ұяшықтың ортасында) пайдаланушылар үшін LTE арнасындағы тарату жылдамдығы (Мбит / с)

$$R1(u) = \frac{4}{7} W \log_2(1 + \eta 1(u)), \quad (3.9)$$

«Алыс» (ұяшықтың шекарасында) пайдаланушылар үшін

$$R2(u) = \frac{3}{7} W \log_2(1 + \eta 2(u)), \quad (3.10)$$

мұндағы W - жүйе диапазоны, МГц,

η – SINR

W = 10 МГц, η1 (u) = 5, η2 (u) = 0,34.

Ұяшықтың ортасындағы пайдаланушылар үшін бағаның деңгейі

$$R1(u) = \frac{4}{7}10\log_2(1+5) = \frac{4}{7}\cdot 10\cdot 2,59 = 14,8 Мбит/с.$$

Ұяшық шекарасындағы пайдаланушылар үшін жылдамдық

$$R2(u) = \frac{3}{7}10\log_2(1+0,34) = 2,5 Мбит/с.$$

3.7 Ішкі трассаларды жоғалту моделі

ДБмен көрсетілген ішкі бөлмедегі жолдың жоғалу моделі келесідей түрге ие болады:

$$L = 37+20lg(d) + \Sigma K_{W1}L_{W1} + 18,3q^{[(q+2)/(q+1) - 0,46]}, \quad (3.11)$$

мұндағы d - қабылдағыш пен таратқыш арасындағы қашықтық, метрмен көрсетілген;

KW1 - і типінің қиылысқан қабырғаларының саны;

LW1 - I типті қабырғадағы жоғалу коэффициенті;

q - қиылысқан едендер саны.

Ғимарат ішіндегі қабырғалардың екі түрі қарастырылады: жоғалу коэффициенті 3,4 дБ болатын жеңіл ішкі қабырғалар және жоғалу коэффициенті 6,9 дБ болатын стандартты ішкі қабырғалар.

Егер сіз ішкі қабырғаларды жеке-жеке жасамасаңыз, онда ішкі жоғалту моделі келесі өрнекті білдіреді:

$$L = 37+20lg(d) + 18,3q^{[(q+2)/(q+1) - 0,46]}, \quad (3.12)$$

d = 2 км; K_{W1} = 4; L_{W1} =6,9 дБ; q = 3.

$$L = 37+20lg(2) + 4\cdot 6,9 + 18,3\cdot 3^{5/(4-0,46)} = 170 дБ.$$

d = 2 км; q = 3.

$$L = 37+20lg(2) ++ 18,3\cdot 3^{5/(4-0,46)} = 153 дБ.$$

3.8 Бір қабатты және көп қабатты модельдер

Бұл модельдер таратқыш пен қабылдағыш ғимарат ішіндегі бір қабатта орналасқан кезде қолданылады.

Байланыс желісінің жоғалуы PL_m дБ-де

$$PL_m = PL(d_0) + 10n \cdot lg(d/d_0), \qquad (3.13)$$

мұндағы *d0* - бастапқы қашықтық, әдетте ішкі орта үшін 1 м;

PL (d0) - бос кеңістіктегі тиісті шығын;

n - қашықтыққа тәуелділіктің көрсеткіші.

Ішкі жағдайлар үшін n мәні тасымалдаушының жиілігіне және ғимараттың түріне және орналасуына байланысты болады. Әдебиеттен n-ден 6,5 дейінгі мәндерді табуға болады, олар қатты бітелген жолдар үшін болады.

Бөлімнің әлсіреу коэффициентіне негізделген шығын моделі байланыс желісіндегі ішкі шығындарды есептеу үшін бөлімдердегі шығындарды ескереді. Ғимарат ішінде сигналдың таралуына ғимарат ішіндегі қабырға материалдары және басқа бөлімдер әсер етеді. Сонымен, бұл модель dn моделімен салыстырғанда қабырғалар мен аралықтардың әсерінен қосымша шығындарды енгізеді. Осы модельдегі ішкі шығындар формуласы келесідей:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n\lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \sum P_k AF_k \ , \qquad (3.14)$$

Радио сигнал Pk бөлімдерінен немесе k класының қабырғаларынан өткен кезде, олардың әрқайсысы AF факторында көрсетілген өшуді енгізеді. Бұл сома сигналды бұғаттайтын белгілі бір қабаттағы барлық бөлімдерден туындаған жолдағы жалпы шығынды білдіреді.

Жеңіл ішкі қабырғалар үшін шығын коэффициенті 3,4 дБ, стандартты ішкі қабырғалар үшін 6,9 дБ құрайды.

$$PL(d0)= 32,44 + 20lg0,001 + 20lg950 = 32 \text{ Дб.}$$

$$PLm = 32+ 10 \cdot 2 \cdot lg(10000/1) = 112 \text{ дБ..}$$

Бұл модельдер таратқыш пен қабылдағыш әртүрлі қабаттарда болған кезде қолданылады. Қашықтыққа байланысты байланыс сызығындағы шығындар моделі де (5) теңдеуімен көрінеді, бірақ n-нің үлкен мәндері қарастырылады.Үш қабаттасқан жағдайда n мәні әдетте 4 пен 5,5 аралығында болады.

Едендердің тозу коэффициентіне негізделген шығын моделі (6) теңдеуімен көрінеді, бірақ аралық едендермен болған шығындардың әсері анық қосылады. Қосымша шығын FAF көрсеткен еденді сөндіретін фактормен көрінеді. Осылайша, формула келесідей болады:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n\lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + FAF. \quad (3.15)$$

Көп қабатты ғимаратта бір мезгілде бөлімдер мен көп қабатты шығындарды ескеру қажет. Жабық аймақтар үшін қолданылатын ғимараттардың толық формуласы:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n\lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \sum P_k AF_k + FAF. \quad (3.16)$$

Әдеттегі FAF бір қабат үшін шамамен 15 дБ, ал бес қабатқа дейін әр қосымша қабат үшін тағы 5-12 дБ құрайды. 5 қабаттан артық қабатты қарастырған кезде FAF-да айтарлықтай өсу байқалмайды.

$$FAF = 15 + 2\cdot 10 = 35 \text{ дБ}.$$

$$PL(d_0) = 32{,}44 + 20\lg 0{,}001 + 20\lg 950 = 32 \text{ дБ}.$$

$$PL_m = 32 + 10\cdot 2\cdot \lg(10000/1) + 2\cdot 3{,}4 + 3\cdot 6{,}9 + 32 = 172 \text{ дБ}.$$

3.8 Базалық станция жылдамдығын есептеу

LTE желісіндегі базалық станцияның берілу жылдамдығын есептеу үшін алдымен деректерді ұйымдастырудың құрылымымен танысу қажет. Уақыт аймағында деректер он миллисекундтық радиоклеткаларға бөлінеді (Радио кадрлар). Бұл ұяшықтардың әрқайсысы он миллисекундтық кіші жасушалардан тұрады (Subframe), олар өз кезегінде ұзындығы 0,5 мм болатын екі ұяшыққа бөлінеді. Жиілік доменінде мәліметтер 12 қосалқы тасымалдаушы (жиіліктер) топтарына топтастырылған, олардың әрқайсысы 15 кГц диапазонында болады, бұл әр топқа 180 кГц береді. Бір слотқа созылатын он екі қосалқы тасымалдаушы жиіліктер тобы Ресурстық блок деп аталады. Қорғау интервалының түріне байланысты (Циклдік префикс) - қалыпты немесе ұзартылған, бір ресурстық блок сәйкесінше 84 немесе 72 ресурстық элементтерден тұрады. Модуляция техникасына байланысты бір ресурстық элемент құрамында QPSK үшін 2 бит, 16QAM үшін 4 бит және 64QAM үшін 6 бит болуы мүмкін.

Осылайша, осы мәліметтер негізінде базалық станцияның максималды теориялық өткізгіштігін есептеуге болады. Егер базалық станция 100 ресурстық блокқа сәйкес келетін максималды жиілік диапазоны 20 МГц (1.7.1-кесте), 16QAM модуляциясын және стандартты циклдік префиксті қорғау интервалымен бөлінген деп болжасақ, деректерді беру жылдамдығын келесідей есептеуге болады. 100 ресурстық блоктардың әрқайсысы өз кезегінде 6 биттік ақпаратты беретін 84 ресурстық элементтен тұрады. Ресурстық элементтің ұзақтығы - 0,5 мс. Осылайша, базалық станцияның жылдамдығы келесідей болады:

Деректер жылдамдығы = 100 Рб [ресурс блоктары] х 84 Рэ [Ресурстық элементтер] х 4 [Бит] / 0,5 [мс] = 67,2 Мбит / с.

3.5 кесте – Өткізу қабілеті мен ресурстық блоктар саны арасындағы байланыс

Жиілік, МГц	1,4	3	5	10	15	20
Тіреуші саны	72	180	300	600	900	1200
РБ саны	6	15	25	50	75	100

Алайда, есептелген деректер жылдамдығы пайдаланылатын деректерден едәуір асады.Пайдаланушы деректерінің жедел жылдамдығы пайдаланушы анықтаған ресурстық блоктар санына, қолданылған модуляцияға және кодтау дәрежесіне байланысты болады.

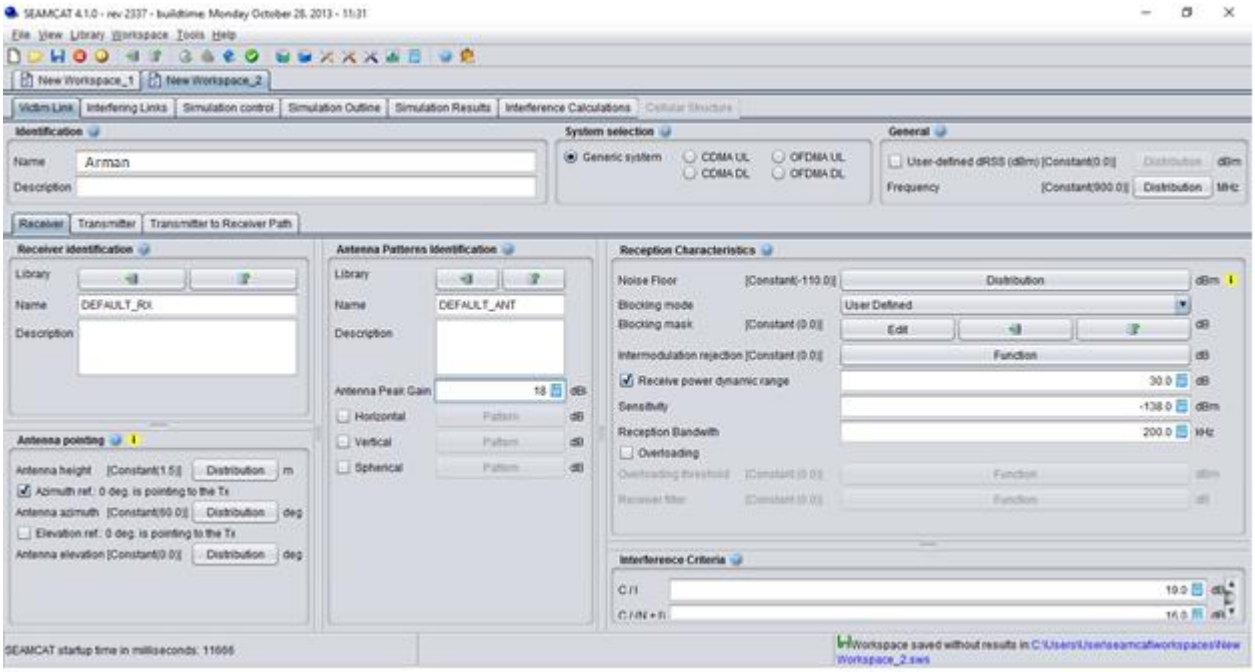
Абонентке 15 кГц жиілік ресурсы * 72 = 1,08 МГц = 6 РБ, кодтық жылдамдығы 1/3 (CQI = 7) бар 16-QAM модуляция-кодтау схемасы бөлінген жағдайды қарастырыңыз. Біз екі таратушы антеннамен шектелеміз. PCFICH, PHICH және PDCCH басқару каналдарында, subcarrier-де 2 OFDM символдары бөлінген. Қалыпты циклдік CP префиксі қолданылады (бір подкастикада 7 OFDM символы 0,5 мс.).

Талдау көрсеткендей, қолданушы деректерінің жылдамдығы қызмет көрсету және басқару таңбаларын қоспағанда, берілетін OFDM символдарының жалпы санына тең болады және (1008000 - 96000 - 144000 - 1152 - 28800) * 4 * 1/3 = 738048 * 1.33 = 981603 соққы /с. 0,98 Мбит/с. Егер сіз UE-ді қабылдау 2 антеннада жүзеге асырылатындығын және тарату MIMO 2x2 технологиясы бойынша кеңістіктік мультиплекстеу режимінде жүзеге асырылатындығын ескеретін болсақ, онда берудің соңғы жылдамдығы шамамен 0,98 * 2 = 1,96 Мбит / с болады.

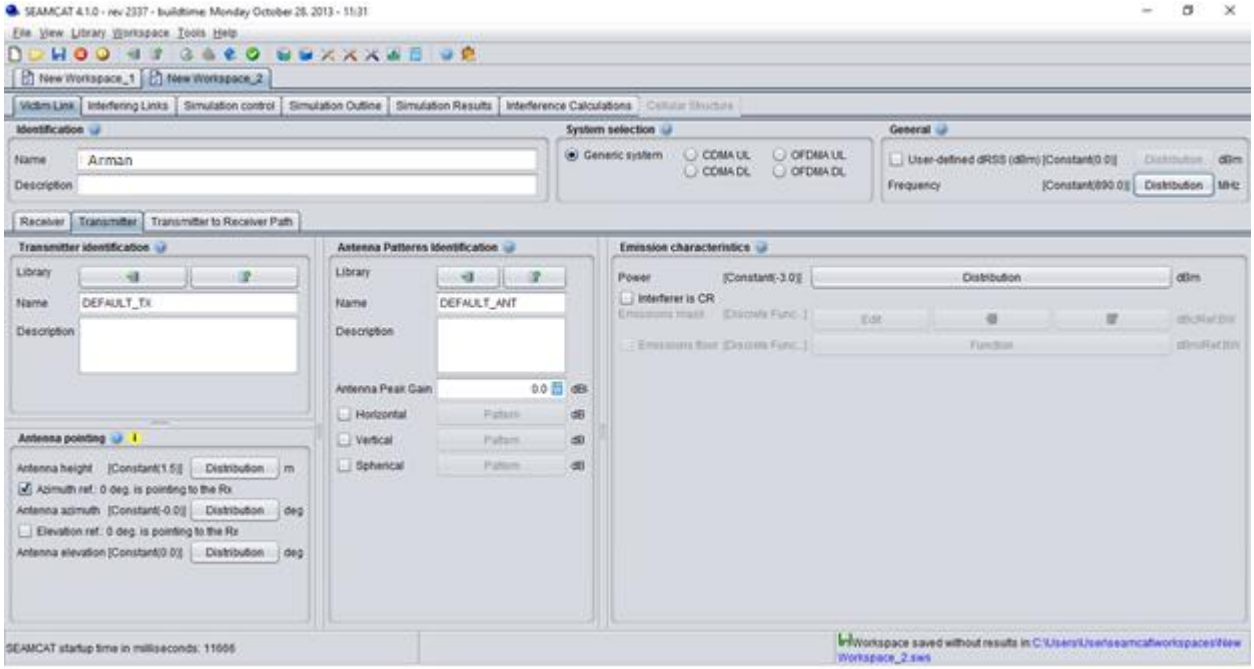
3.9 SEAMCAT программасында имитациялық модельдеу жүргізу

3.6 кесте – Негізгі параметрлер

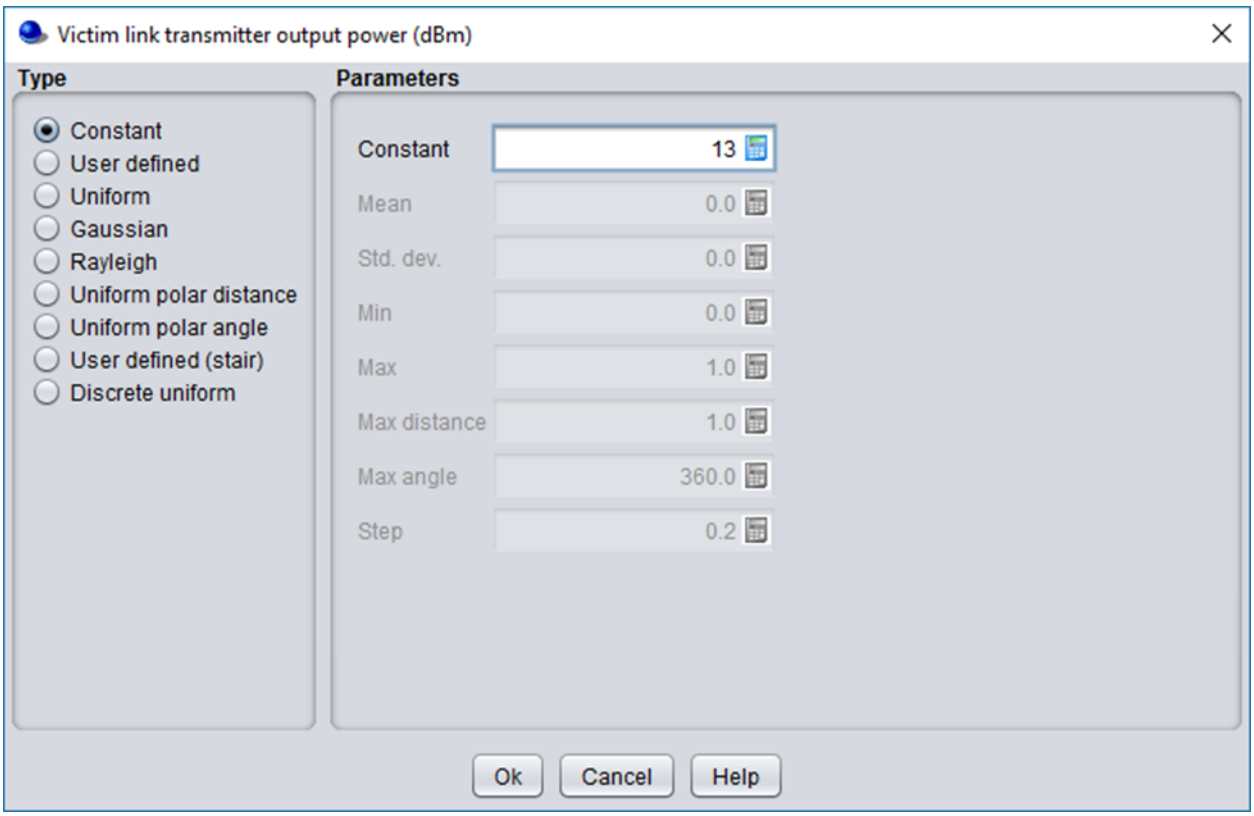
	Берілгені	Өлшемі
Жұмыс диапазоны	1800(БС), 890(МС)	МГц
Таратқыштың қуаты	13(БС), -3(МС)	дБм
Өткізу жолағы	200	кГц
Базалық жолақ	200	кГц
Антенна түрі Тх	Барлыққырлы	
Тх антенна күшеюі	18(БС), 0(МС)	дБи
Тх антенна биіктігі	40(БС), 1,5(МС)	М



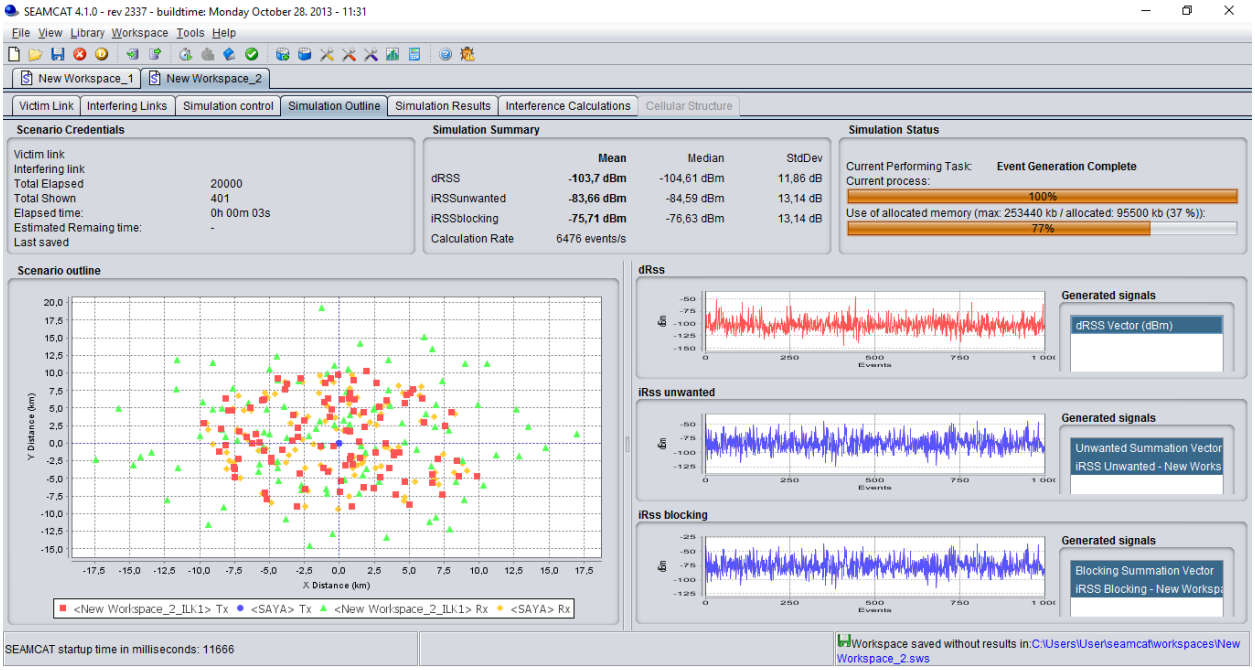
3.4 сурет – Қабылдағыш туралы мәліметтерді енгізу



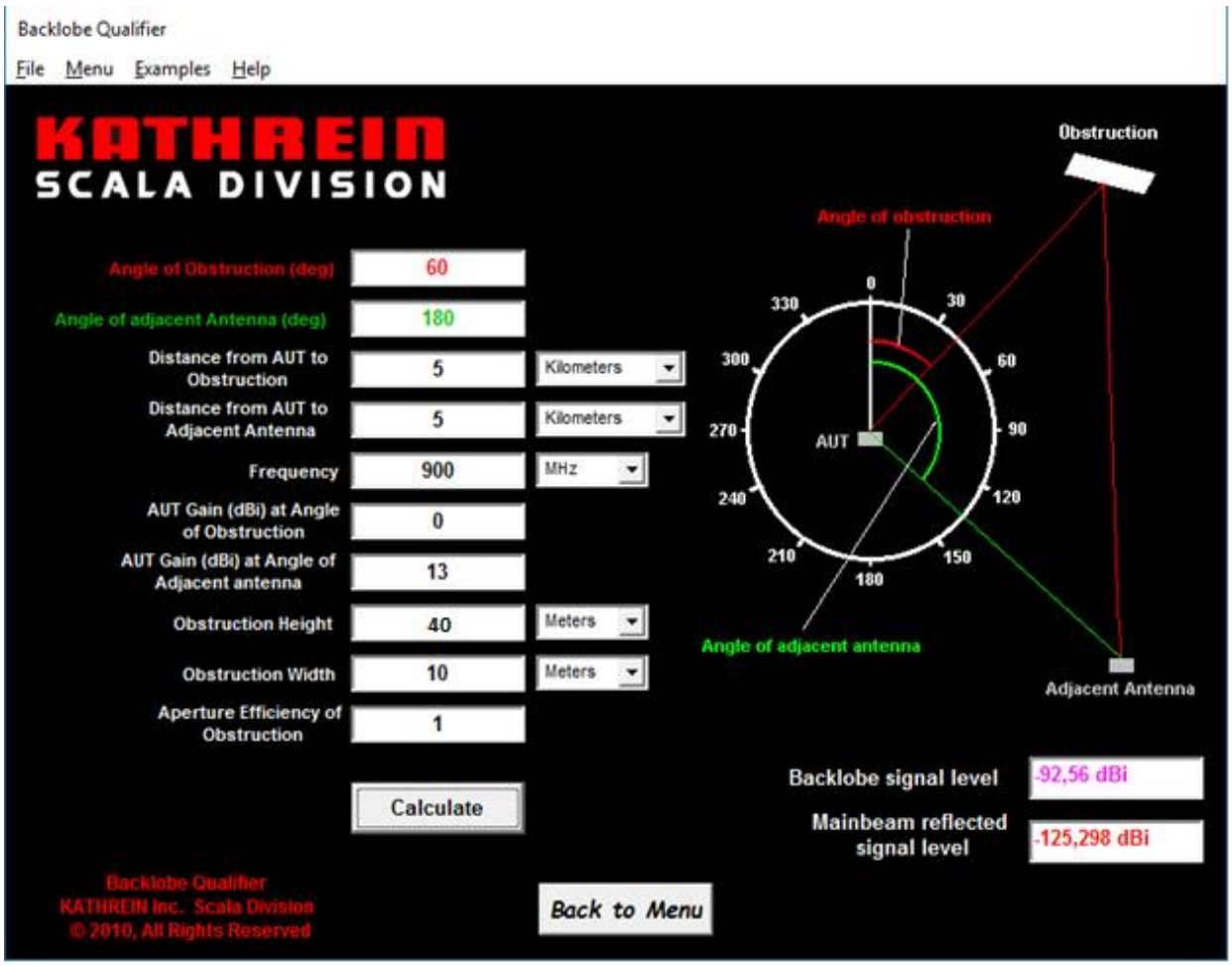
3.5 сурет – Тараткыш туралы мәліметтерді енгізу



3.6 сурет – Таратқыштың қуат мәні



3.7 сурет – Деректерді шығару



3.8 сурет – Kathrein антеннасының бағытталу диаграммасы

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Еңбек шартын талдау

Бұл дипломдық жұмыста «4G ұялы байланыс желісін Аксаринск коттедждік қалашығында күшейтуді жобалау» қарастырылады. Жұмыстың негізгі мақсаты қалашықтағы байланыс сигналын күшейтуге арналады. 4G байланысы – бұл төртінші буынды желісіз байланыстың қысқаша атауы. Ұялы байланыстың аталмыш үлгісі ұялы қондырғыларды IP бойынша дыбыстық сөйлесу, байланысу, мәліметтермен алмасу, ойын ойнау және кабельдікке жақын жылдамдықтағы жоғары сапалы тізбекті мультимедиамен қамтиды. 4G технологиясын құру және оның жұмысын қадағалау күрделі процесс болып табылады. Осы мақсатта 8100×7200×2500 мм көлемдегі кеңсе (4.1 – сурет) таңдап алынды.

Кеңседе 6 адам жұмыс істейді: 1 бас инженер, 1 инженер, 1 оператор және 2 монтер. Олардың әрбірінің белгіленген жұмыс орындары бар. Кенсе 5 бөлмеден тұрады. 1 бөлмеде жұмысшылар отырады, 1 бөлме серверга бөлінді, сонымен қатар жуынатын бөлме бар. Әрбір жұмыс орнында денсаулыққа

зиянды факторлардан қорғау шаралары сақталды. Жұмыс орнындағы жабдықтар:

– 6 дербес компьютер, 3 принтер;

– 6 жұмсақ креслолар;

– 1 принтер, 3 коммутатор, 1 маршрутизатор, 1 Wi-Fi қатынау нүктесі;

– жуынатын бөлме;

– 1 үстел, 1 диван, 6 орындық.

Жұмыс орнындағы жарықтандыруды дұрыс жобалау өте маңызды болып табылады деп ойлаймын. Ол жұмысшылардың өнімділігін және еңбек қабілеттілігін арттыруға пайдасын тигізеді. Жарықтандыру инженерлер мен басқа жұмысшылардың орнында тиімді түрде жобаланды деп ойлаймын.

Ақпараттарды талдау орталығындағы бөлме (серверлер орнатылған бөлме) келесідей инженерлік жүйелермен қамтамасыздандырылған:

– өрт қауіпсіздік сигнализациясы;

– кондиционерлеу;

– жарықтандыру.

4.1 сурет – Кеңсе жоспары

Жұмыс орнындағы жарықтандыруды дұрыс жобалау өте маңызды болып табылады деп ойлаймын. Ол жұмысшылардың өнімділігін және еңбек қабілеттілігін арттыруға пайдасын тигізеді. Жарықтандыру инженерлер мен басқа жұмысшылардың орнында тиімді түрде жобаланды деп ойлаймын.

Ақпараттарды талдау орталығындағы бөлме (серверлер орнатылған бөлме) келесідей инженерлік жүйелермен қамтамасыздандырылған:

– өрт қауіпсіздік сигнализацияся;

– кондиционерлеу;

– жарықтандыру.

4.1.1 Өндірістік бөлмелердің микроклиматтық жағдайлары

Бұлар келесі көрсеткіштермен сипатталады:

– температура;

– қатысты ылғалдылық;

– ауаның қозғалыс жылдамдылығы;

– жылу сәулеленуі.

Көрсеткіштердің әрқайсысының нормаларының сақталынбауы адамның жұмыс істеу қабілетінің төмендеуіне және денсаулығының нашарлауына алып келеді. Орындалатын жұмыстардың қиындық дәрежесіне байланысты өндірістік бөлмелердегі оптималды микроклимат көрсеткіштері анықталады.

Серверлер орналасқан бөлмедегі орындалатын жұмыстардың қиындық дәрежесі Іа (жеңіл физикалық жұмыс) категориясына жатады.

Бөлмеде +20...+25С арасындағы температура сақталынған. Сондай-ақ бөлмеде оптималды ауа ылғалдылығы 40 – 50 % арасында сақталынған. Ауаның қимыл жылдамдығы 0,08 м/с. Жылу сәулеленуі бойынша ешқандай мәселе жоқ.

Жыл мезгіліне байланысты оптимальді параметрлер ГОСТ 12.1.055.88 ССБТ [18] 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – Жыл мезгілінің жылы күндеріндегі оптимальді көрсеткіштер

Мөлшер	Оптимальді						
Жұмыс периоды	Оптимальді ауа температурасы ^{0}С	Рұқсат етілген температура ^{0}С				Салыстырмалы ылғалдылық %	Ауаның қимыл жылдамдығы, м/с, одан көп емес
		Тұрақты үстіңгі шекара	Тұрақсыз үстіңгі шекара	Тұрақты төменгі шекара	Тұрақсыз төменгі шекара		
Жылы	+23...+25	28	30	22	20	40-60	0,1

4.1.2 Кеңседегі жасанды жарықтандыру

Жасанды жарықтандыру нормалары. Табиғи жарықтан жарық жеткіліксіз болған кезде электр жарық көздерімен жасалатын жасанды жарықты пайдаланады. Жалпы жарықтандыру кезінде бөлмедегі барлық орындар жалпы жарықтандыру қондырғысынан жарық алады. Бұл жүйеде жарық көздері жұмыс орындарының орналасуын есепке алмай біркелкі бөлінген. Жарықтандырудың орташа деңгейі алдағы жұмысты орындау үшін қажетті жарық деңгейіне тең болып жасалынған [20].

Жарықтандырудың қажетті деңгейлері "табиғи және жасанды жарықтандыру" СНиП ҚР 2.04-05-2002 [21] сәйкес орындалатын өндірістік операциялардың дәлдігіне, жұмыс бетінің және қарастырылатын бөлшектің жарықтық қасиеттеріне, жарықтандыру жүйесіне байланысты нормаланады.

Өндірістік үй-жайларда жалпы және аралас (жалпы және жергілікті) жарықтандыру қолданылады:

– жалпы - барлық үй-жайды жарықтандыру үшін;

– құрамдастырылған - жабдықтың тек жұмыс беттерін немесе жекелеген бөліктерін жарықтандыруды арттыру үшін.

Шамдардың жұмыс істеу принципі:

Люминесцентті лампалар, оларды флуоресцентті лампалар деп те атайды, олардың жарық параметрлері бойынша ең жоғары шамдары бар лампаларға және төменгі жарық ағынымен лампаларға, бірақ түсінің жақсару сапасына қарай бөлінеді. Мұндай лампалар әртүрлі түстер шығаруы мүмкін, ол жарықтандыру кеңселерінде, дүкен терезелерінде және көрме залдарында кеңінен қолданылады.

4.2 сурет - Люминесцентті шамдар

Люминесценті лампалардың артықшылықтары:

– түстері көп;

– қыздыру шамдарымен салыстырғанда бірдей жарық ағынын қамтамасыз етеді, бірақ 4-5 есе аз энергия жұмсайды;

– шамның температурасы төмен;

– қызмет мерзімі әлдеқайда ұзақ;

Люминесценті лампалардың кемшіліктері:

– жоғары температурада жарық шығаруды азайтады;

– құрамында сынап болғандықтан, көптеген люминесцентті лампалар қауіпті қалдықтар санатына жатады;

– флуоресцентті лампалар ауа температурасы 15-20 ° С-тан төмен температурада жұмыс істеуге жарамайды.

– Олар жыпылықтап кетуі мүмкін, бұл жұмыс процесіне және көз нервтеріне теріс әсер етеді.

Көптеген сарапшылардың пікірінше, жарықтандырудың болашағы шамдар мен жарықдиодты шамдарға арналған. Жарық диодтары құрылғыларда жарық көзі ретінде пайдаланылады, олар ток өткізетін уақытта жартылай өткізгіш кристалдардан өтеді.

– Жарықдиодты шамдар әдеттегі қыздыру немесе галогендік баламаларға қарағанда 4-7 есе тиімді.

– Жарық диодты шамдардың өмір сүру ұзақтығы 15 000-нан 50 000 сағатқа дейін.

– Жарық диодты шамдар галогендік лампаларға қарағанда 5-10 есе көп жарықтандырады.

– Жарықдиодты шамдарды сатып алу қымбатырақ, бірақ өмір бойы энергияны пайдалану шығындарын қарастырған кезде арзанырақ.

Жарықдиодты шамдарды ландшафты жарықтандыру үшін, интерьерді безендіру үшін пайдалануға болады, сіз оны асфальт төсеуге, асфальтқа немесе қабырғаға орнатуға болады. Бұл жарықтандыру және жолдарды, көлік тұрақтарын және шамдарды ауыстыру өте қиын болатын жерлерді, мысалы, аквариумдар мен бассейндерді жарықтандыру үшін өте ыңғайлы құрал.

Жарық диоды - бұл электр тогын көрінетін шамға түрлендіретін жартылай өткізгіш құрал. Жарық диодында жалпы қабылданған аббревиатура бар - LED (light-emitting diode). Жарық диоды жартылай өткізгіш кристалдан, контактілі шықпалары бар корпустан және оптикалық жүйеден тұрады. Тікелей жарық сәулесі осы кристалдан, ал көрінетін сәуленің түсі оның материалы мен түрлі қоспаларына байланысты болады. Әдетте, жарық диод корпусында бір кристал бар, бірақ жарық диодының қуатын арттыру болған жағдайда немесе түрлі түстердің сәулеленуі үшін бірнеше кристалдар орнатылған.

4.3 сурет – Жарық диодтары

4.1.3 Жұмыс орнындағы өрт қауіпсіздігі және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Өрт қауіпсіздігі деп құқықтық нормаларды, өртке қарсы және инженерлік-техникалық іс-шараларды орындау арқылы өрттің пайда болу және даму ықтималдығы, адамдарға өрттің қауіпті факторларының әсер етуі жойылатын немесе төмендейтін, сондай-ақ материалдық құндылықтарды қорғау қамтамасыз етілетін кеңселердің немесе өзге де мақсаттағы жай-күйін айтамыз [26].

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз етуге өрттің пайда болу жағдайларын және өрттің қауіпті факторларының адамдарға әсер етуін болдырмауға немесе оны барынша азайтуға, сондай-ақ материалдық құндылықтарды қорғауды қамтамасыз етуге бағытталған ұйымдастырушылық, өртке қарсы және арнайы іс-шаралар кешенімен қол жеткізілген:

– ықтимал өрт қауіптілігін болжау;қалалардың, басқа да елді мекендердің өртке қарсы тұрақтылығын арттыру жөніндегі инженерлік-техникалық және өрт-профилактикалық іс-шараларды жүргізілді;

– халықтың өрт сөндіру қызметтеріне тиісті дайындығы бар,

– өрт жағдайын бағалау және оны бақылау икемі бар;

– өрт сөндіру құралдарының қажетті санымен қамтамасыз етілген;

– өрт ошақтарын барлау шаралары жүргізілді;

– сигнал беру және хабарлау құралдарымен қамтамасыз етілген;

– өртті оқшаулау және сөндіру сабақтары жүргізілді.

Өрт шыққан кезде кез келген ТЖ сияқты басты міндет адамдарды құтқару болып табылады. Өрттің ерекшелігі -түтін және басқа да газ тәрізді

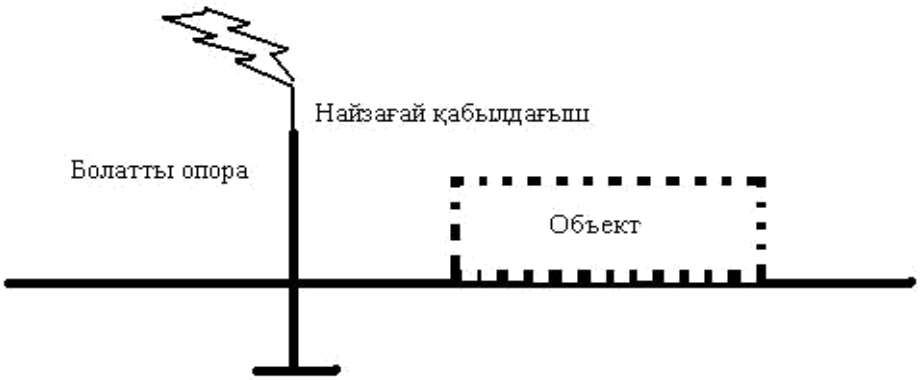
жану өнімдерінің пайда болуы, олар бірінші кезекте адамдардың қаза болуы немесе ауыр зақымдануының себептері болып табылады. Тағы бір ерекшелігі- адамның өз-өзіне ие болудың толық жоғалуынан және жалыннан "қашып кету" деген шексіз ниетінен көрінетін өрт алдындағы үрейінен көрінеді. Бұл жағдайда адамдар кез келген қабаттан, суға және т. б. жерлерге секіріп кетеді.

Қарапайым, бірақ сенімді іс-шаралар қатарына алдын ала әзірленген және адамдардың назарына жеткізілген, көрінетін жерде графикалық түрде бейнеленген жұмыс орнынан шығару жоспарын, шығу орындарын жарық сигналдарымен белгілеуді қоса алғанда, өрт аймағынан эвакуациялау жолдары қамтамасыз етілген; белгіленген өту жолдары мен өту жолдарын еркін қамтамасыз етілген.

Базалық станцияларға, линиялық қондырғыларды найзағайдан қорғалынған. Найзағайдың тура түсуінен қондырғының механикалық бұзылуын тудырады. Найзағай тоғы өте көп жылуды бөледі, яғни өрт пайда болады, ал аппаратураға түскенде (антеннаға, антена блогына) аппаратура зақымдалады.

Найзағайдың электрлік разрядын қабылдау үшін жайратқыш құрылғысы қолданылады, олар тасымалдаушы бөлімнен (мысалы опора), найзағай қабылдағыштан, тоқтартқыш және найзағайдың тура түсуінен қорғайтын жерге қосқыштан тұрады. Әрбір жайратқыш өзінің конструкциясына және биіктігіне қарасты анықталған қорғаныс зонасы бар, сол зонаның ішінде объектілер найзағай ұруларынан сақталған.

Найзағайдың түзу ұруынан жайратқыш құрылғыларының бірінші категориялы жеке тұратын стерженьдік және тростық жайратқыштар немесе бөлек ғимаратта орналасқан оқшауланған стерженьдік жайратқыштар қолданылады. 30 метрден жоғарғы ғимараттарға бөлек тұратын жайратқыштарды орнатқан қиындаса, онда найзағайдың түзу ұруларынан қорғану сақтандырылған ғимаратта орнатылады немесе жеткілікті қорғау зонасын қамтамасыз ететін оқшауланбаған стерженьдік немесе тростық жайратқыштар құрылыстар немесе ғимараттың металлды емес астына найзағай қабылдағыш торын орнату жолы немесе 15 метр қашықтықта орналасқан екі тоқтартқыш найзағай қабылдағыш түрінде қолданылады, ал найзағай қабылдағыш тор 6–8 мм диаметрлі, ұяшығының ауданы 36 кв.м болатты сымнан орныдалады. Тордың түйіндері сваркаланады. Тоқтартқыш ретінде оның үздіксіз электрлік байланыс шарттары болған кезінде, ғимараттың барлық болатты конструкциясы қолданылады. 4.4 суретте – стержньді бөлек тұрғызылған жайратқыш көрсетілген.



4.4 сурет – Стержньді бөлек тұрғызылған жайратқыш

Алғашқы өрт сөндіру құралдарын таңдау:

Өртті сөндірудің бастапқы құралдарын орналастыру оларды неғұрлым ықтимал қолдану орындарына жақын жерде, олардың еркін қол жеткізуін қамтамасыз ете отырып, есте сақтау қажет. Бұл ретте өрт сөндірудің бастапқы құралдарын бір қабатты қоймаларда сыртынан кіреберістерде, ал көп қабатты ғимараттарда – қабаттарға кіру кезінде баспалдақ алаңдарында орналастыру орынды.

Сервер бөлмесінің ауданы егер 24 м^2 көп болса, онда бұл бөлмеде автоматты өрт сөндіру құралдары мен жүйесімен қамтамасыз етілуі керек. Біздің сервер бөлмесінің ауданы 60 м^2, сондықтан біз бұл бөлмеде бұл жүйені орнаттық. Және де бұл жүйемен бірге сервер бөлмесінде әр 20 м^2-қа 2 көмірқышқылды өрт сөндіргіштерден(ОУ-2), яғни барлығы 6 көмірқылды өрт сөндіргіш құралдарын қойдық. ОУ-2 ауасыз жанатын заттарды қоспағанда, әртүрлі химиялық заттар мен материалдардың аздаған жану ошақтарын сөндіруге арналған (4.5 сурет).

Әр бөлмелерде өрт дабылы жүйесі қондырылған және өрт сөндіргіштер қойылған. Сервер бөлмесінен басқа бөлмелердің ортақ ауданы 90 м^2, бұл жерлерге 5 көмірқышқыл өрт сөндіргішін 5 жұмыс бөлмелеріне, 1 ұнтақты өрт сөндіргішті (4.6 сурет) демалыс бөлмесіне және тағы біреуін корридорға қоямыз. Барлығы 11 көмірқышқыл, 2 ұнтақты өрт сөндіргіш [21].

4.5 сурет – Қолданбалы көмірқышқыл өрт сөндіргіші: ОУ-2

Ұнтақтың маркасына байланысты ұнтақты өрт сөндіргіштер жанғыш сұйықтықтар мен газдарды, кернеуі 600 В дейінгі электр қондырғыларын (ПСВ ұнтағы) сөндіруге, сілтілі металдарды (ПС-1, СИ ұнтақтары) сөндіруге, барлық жанғыш сұйықтықтар мен газдарды, бықсыған материалдар – ағашты, қағазды (П-1 және ПФ ұнтақтары) сөндіруге арналған.

4.6 сурет – Ұнтақты өрт сөндіргіш

Алғашқы өрт сөндіру құралдарының түрлері мен санын анықтау кезінде жанғыш заттардың физика-химиялық және өрт қауіпті қасиеттерін, олардың өрт сөндіргіш заттарға қатынасын, сондай-ақ өндірістік үй-жайлардың, ашық алаңдардың және қондырғылардың ауданы ескерілді.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жасанды жарықтандырудың есептеу бөлімі әдістемелік нұсқаулық бойынша жасалынған [20]. Жұмыс орнының жарықтандырылуын есептеу жарықтандыру жүйесін таңдауға, шамдардың қажетті санын, олардың түрін және орналасуын анықтауға негізделеді. Осыған байланысты жасанды жарықтандыру параметрлерін есептейміз.

Әдетте жасанды жарықтандыру екі түрлі жарық көздері арқылы орындалады: қыздыру шамдары және люминесцентті шам. Қыздыру шамдарымен салыстырғанда бірқатар маңызды артықшылықтары бар люминесцентті шамдарды пайдаланамыз:

– жарықтың спектрлік құрамы бойынша олар күндізгі, табиғи жарыққа жақын;

– жоғары ПӘК бар (қыздыру шамдарының ПӘК-нен 1,5-2 есе жоғары);

– жоғары жарық бергіштері бар (қыздыру шамдарына қарағанда 3-4 есе жоғары);

– ұзақ қызмет ету мерзімі.

Жарықтандыруды есептеу ауданы 47,85 м^2 кеңсе үшін жүргізіледі, ені- 7,2 м, биіктігі – 2,5 м. Жарық ағыны әдісін қолданамыз.

Шамдардың санын анықтау үшін мына формула бойынша жер бетіне түсетін жарық ағынын анықтаймыз:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \qquad (4.1)$$

мұндағы, F - есептелген жарық ағыны, Лм;

E - нормаланған ең аз жарық, Лк (кесте бойынша анықталады). Осы кестеге сәйкес инженер жұмысын дәл жұмыс дәрежесіне жатқызуға болады, демек, минималды жарықтандыру E = 300Лк болады;

S - жарықтандырылатын үй-жайдың ауданы (біздің жағдайда S = 47,85 м2);

Z-орташа жарықтанудың ең аз шамаға қатынасы (әдетте 1,1...1,2 тең қабылданады, Z = 1,1 болсын);

K - пайдалану процесінде шамдардың ластануы нәтижесінде шамның жарық ағынының азаюын ескеретін қор коэффициенті (оның мәні жұмыс орнының түріне және онда жүргізілетін жұмыстардың сипатына байланысты және біздің жағдайда K = 1,5);

n-пайдалану коэффициенті, (барлық шамдардың жиынтық ағынына есептік бетке түсетін жарық ағынының қатынасымен көрсетіледі және бірлік үлесінде есептеледі.

Шамның сипаттамасына, жұмыс орнының көлеміне, қабырғалар мен төбенің бояуына байланысты, қабырғалар мен төбенің (РС) және төбенің (РП) шағылысу коэффициенттерімен сипатталатын, РС және РП коэффициенттерінің мәні жоғарыда көрсетілген: РС = 40%, РП = 60%. n мәнін әр түрлі шамдарды пайдалану коэффициенттерінің кестесі бойынша анықтаймыз. Ол үшін бөлменің индексін формула бойынша есептейміз:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \qquad (4.2)$$

мұндағы, S – кеңсенің ауданы, S = 47,85 м2 ;

h - аспаның есептік биіктігі, h = 2.92 м;

A – кеңсенің ені, A = 7,2 м;

- – кеңсенің ұзындығы, B = 8,2м.

Мәндерді қойып, біз аламыз:

$$I = \frac{47,8}{2,5 \cdot (7,2 + 8,1)} = 1.25.$$

I бөлменің индексін біле отырып, n = 0,22 біле аламыз

F жарық ағынын анықтау үшін формулаға барлық мәндерді қойыңыз :

$$F = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 47,85 \cdot 1.1}{0.22} = 106537,5 \text{ Лм.}$$

Жарықтандыру үшін ЛБ40-1 типті люминесцентті шамдарды таңдаймыз, жарық ағыны F = 4320 Лк.

Шамдардың қажетті санын мына формула бойынша есептейміз:

$$N = \frac{F}{F_Л}, \tag{4.3}$$

мұндағы N - шамдардың анықталатын саны;

F - жарық ағыны, F = 106537,5 Лм;

Fл - шамның жарық ағыны, Fл = 4320 Лм.

$$N = \frac{106537,5}{4320} = 24 \text{ шт.}$$

Жарықтандыру құралдарын таңдау кезінде ОД типті шамдарды қолданамыз. Әрбір шам екі шаммен жинақталады.

4.2.2 Өрт қатерінің есептік шамаларын анықтау

Қарастырылып отырған кеңседегі адамдар үшін $Q_В$ жеке өрт қауіпінің есептік шамасы формула бойынша анықталады [22].

Әдістемеге сәйкес, ғимаратта өрттің туындау жиілігі (статистикалық деректердің жоқтығына байланысты) $Q_п$=4x10^{-2}.

Ғимаратта адамдардың болу ықтималдығы адамдардың тәулік ішінде болу уақытының негізінде анықталады және 9 сағат 00 мин құрайды.

Демек:

$$P_{ПР} = \frac{t}{24} = \frac{9}{24} = 0.38.$$

Адамдарды көшіру ықтималдығының мәні $P_э$ = 0,999.

Ғимарат өрт қауіпсіздігі жөніндегі нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес АБҚ жүйесімен жабдықтау талап етілмегендіктен, автоматты өрт сөндіру қондырғыларының тиімді іске қосылу ықтималдығы $K_{ап}$ = 0,9 тең болып қабылданады.

Өртке қарсы қорғау жүйесінің тиімді жұмыс істеу ықтималдығы $K_{п.з}$, өрт кезінде адамдарды қауіпсіз эвакуациялауды қамтамасыз етуге бағытталғануы мынадай формула бойынша анықталады (4.2):

$$K_{П.З} = 1 - (1 - 0.64) \cdot 1 = 0.64.$$

Бұл ретте:

– өрт дабылы жүйесінің тиімді жұмыс істеу ықтималдығы $K_{обн}$ 0,8 ;

– адамдарды өрт туралы хабардар ету және адамдарды эвакуациялауды басқару жүйесінің тиімді іске қосылуының шартты ықтималдығы $K_{СОУЭ}$ 0,8;

– түтінге қарсы қорғау жүйесінің тиімді іске қосылуының шартты ықтималдығы $K_{ПДЗ}$ = 0, өйткені ПДЗ жүйесі өрт қауіпсіздігі бойынша нормативтік құжаттардың талаптарын бұзуға қатыспайды.

Өрт қаупін есептеу (4.3) формуласына алынған мәндерді қосамыз:

$$Q_B = Q_n \cdot (1 - K_{an}) \cdot P_{ПР} \cdot (1 - P_Э) \cdot (1 - K_{п/з}), \qquad (4.4)$$

$$Q_B = 4 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0.9) \cdot 0.38 \cdot (1 - 0.999) \cdot (1 - 0.64) = 5.47 \cdot 10^{-7}.$$

Осылайша, $Q_B = 5.47 \cdot 10^{-7} < Q_{BH} = 10^{-6}$ қатынас орындалады.

Біз бұл жерде өрт қатерінің есептік шамаларын, өртке қарсы қорғау жүйесінің тиімді жұмыс істеуін анықтадық.

5 Бизнес план

5.1 Жобаның мәні мен міндеттері

Жобаның мәні - LTE технологиясының 4-буыны негізінде байланыс желісін күшейтуді ұйымдастыру. Интерфейс байланысында LTE провайдерлері LTE технологиясымен, атап айтқанда, LTE желісін құрумен байланысты, бұл 3 ұрпақтың желісіне қарағанда әлдеқайда тиімді. LTE жиілік диапазонын қолданған дұрыс (максималды сыйымдылық және сигналдың минималды кідірісі).

LTE технологиясы жеткізушілерге капиталдың және функциялардың құнын төмендетуге, желінің құнын төмендетуге, жылдамдығы жоғары каналдар арқылы ақпаратты берумен байланысты қызметтер спектрін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Деректер беру тарифінің жылдам өсуі анық көрсетілетін қызметтердің сапасын жақсартады, сонымен қатар жаңа ақылы Мультимедиялық қызметтердің (интерактивті Интернет қосымшалары, әлеуметтік желілер, Multiuser онлайн ойындары, бақылау жүйелері, бейнеконференциялар және т.б.) танымал болуына ықпал етеді.)

Цифрлық байланыстың сапасын жақсарту, телекоммуникация қызметтерінің сапасы мен санын жақсарту бойынша міндеттер, бұл әлеуетті

тұрғындардың қажеттіліктерін қанағаттандыруға және олардың санын көбейтуге мүмкіндік береді.

LTE желісінің іскери жағдайы - базалық станцияларға қажетті қаражатты, жаңартылатын энергия көздерінің құнын және ұйымдағы LTE желісінің нәтижесін табу.

5.2 Қызметтің функциялары

Ақпаратты беру және интернетке қол жетімділік санының өсуіне және инфрақұрылымды жаңартуға сәйкес Қазақстанның телекоммуникация нарығының өсіп келе жатқан сегменттерінің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта Интернет жылдық өсімнің шамамен 50% құрайды. Соңғы жылдары елдегі Интернет абоненттерінің саны төрт және бес есе өсті. Біздің елімізде бірнеше жүз мың белсенді интернет пайдаланушылар бар.

Мобильді Интернет трафигі бір абоненттің алынған мәліметтерінің көбеюіне байланысты және пайдаланушының желіде өткізген уақытына байланысты өседі деп есептеледі.

LTE желісі кез-келген мобильді құрылғыдан 10 Мбит / с-қа дейінгі жылдамдықтағы Интернетке жоғары жылдамдықты қатынауды қамтамасыз етеді және тұрақты құрылғыға қарағанда 100 Мбит / с-қа дейін жылдамдықты қамтамасыз етеді. Интернетке жоғары жылдамдықты қосылу пайдаланушыларға музыка тыңдауға және Интернеттегі жоғары сапалы бейнені қарауға, ақпаратты жүктеуге және қателіктердің ең аз мөлшерімен деректерді жіберуге мүмкіндік береді. [25]

5.3 Нарық

Ұялы байланыс нарығында 4 оператор басым: ұялы байланыс, жаңа брендтегі телекоммуникациялық жүйелер, Beeline компаниясымен «Кар-тел» компаниясы, Kcell / Activ бренд атауы бар GSM Қазақстан.

2011 жылдың қазан айында Huawei-дің 50% қатысуымен LTE құрылғылар нарығында көшбасшы орынға ие болды. IHS iSuppli болжамына сәйкес, 2014 жылы ол 27,9 млрд доллардан асты, бұл 2010 жылмен салыстырғанда 18,6 есе көп. Сарапшылардың пікірінше, LTE-оператордың алғашқы сатылымдары 2015 жылы пайда болады. Бір жылдан кейін бұл OIBDA-ның оң көрсеткіші болып табылады, ал екінші жұмыс жылында OIBDA-дың кірістілігі «Үлкен төрттік» деп аталатын операторларға қарағанда жоғары болады. Консорциумның болжамы бойынша, 2020 жылға қарай LTE трафигі 3G-ді біртіндеп өшіреді.

Сонымен қатар, үлкен нарықта ZTE, Zoho, Alcatel - Lucent, Huawei сияқты құрылғылар қажет. LTE-ге қабілетті абоненттер - бұл Sony, Nokia, ZTE, Huawei.

5.4 Басқару

«Қазақтелеком» АҚ - Қазақстан Республикасының ірі телекоммуникациялық операторы, республиканың барлық аймақтарында

аймақтық филиалдары бар және бүкіл ел бойынша ақпараттық-коммуникациялық қызметтердің кең спектрін ұсынады.

ДалСВЯЗЬ - бұл 1998 жылдан бері телекоммуникациялық жүйелер шығаратын ресейлік компания. Екі онжылдықта қайталаушыларды, антенналарды, модемдерді, қуат бөлгіштерді және қосымша жабдықтарды жасаушы өндіріске ең жаңа технологияларды енгізе отырып, ұсыныстар тізбегін үнемі кеңейтіп келеді. Брендтік құрылғылар тиімді ұялы желілерді ұйымдастыру үшін қажет. 2005 жылдан бастап DalSVYAZ тіркелген GSM терминалдары, қайталағыштар және антенналар шығаруды бастады. Бренд тарихындағы жаңа бет 2014 жылы компания соңғы стандарттарға жауап беретін сигнал күшейткіштерін шығарған кезде басталды: 3G / 4G, GSM, DCS, EGSM. [26]

5.5 Қаржылық жоспар

5.5.1 Инвестициялық шығындарды есептеу

Күрделі салымдар жабдықтардың, монтаждау жұмыстарының және көлік қызметтерінің құнынан тұрады.

Күрделі салымдар формула бойынша есептеледі [26]:

$$K = K_{ж} + K_{М} + K_{ТР} + K_{К} + K_{ПР}, \quad (5.1)$$

мұндағы $K_{ж}$ - жабдықтың құны;

$K_{М}$ - монтаж жұмыстарына капиталды салым;

$K_{ТР}$ - көлік шығындарына күрделі салымдар (жабдық құнынан 5-10%);

$K_{К}$ - күтпеген шығыстар бойынша күрделі салымдар (жабдық құнынан 10%);

$K_{ПР}$ - жобаны құру және жобалық шығындар (жабдық құнынан 4%).

5.1 кесте – LTE желісін күшейту жобасын іске асыру үшін негізгі жабдықтардың құны [31]:

Аты	Бірлік бағасы	Саны, дана	Жалпы құны, тг
ДалСВЯЗЬ DS-1800/2100-17C1	136 100	34	4 627 400

Көлік шығындары барлық жабдық құнының 5% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_{ТР} = K_0 \cdot 0.05, \quad (5.2)$$

$K_{ТР} = 4627400 \cdot 0.05 = 231370$ теңге.

Жабдықты монтаждау инженері жүзеге асырады, шығындар барлық жабдық құнынан 10% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_M = 0.1 \cdot K_0, \tag{5.3}$$

$$K_M = 0.1 \cdot 4627400 = 462740 \text{ теңге.}$$

Жобаны құру және жобалау шығындары барлық жабдық құнының 4% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_{ПР} = K_0 \cdot 0.04, \tag{5.4}$$

$$K_{ПР} = 4627400 \cdot 0.04 = 185096 \text{ теңге.}$$

Күтпеген шығындар барлық жабдық құнының 10% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_K = K_0 \cdot 0.01, \tag{5.5}$$

$$K_K = 4627400 \cdot 0.01 = 462740 \text{ теңге.}$$

Нәтижесінде К жалпы капиталды салымдар [27]:

$$K_\Sigma = 231370 + 462740 + 185096 + 462740 + 4627400 = 5969346 \text{ теңге.}$$

Мобильді Интернет трафигі бір абоненттің алынған мәліметтерінің көбеюіне байланысты және пайдаланушының желіде өткізген уақытына байланысты өседі деп есептеледі.

5.2 кесте - Күрделі салымдар

Аты	Бағасы, тг
Жабдықтың құны	4 627 400
Монтаж жұмыстарына капиталды салым	462 740
Көлік шығындарына капиталды салымдар	231 370
Жобаны құру және жобалық шығындар	185 096
Күтпеген шығыстар бойынша күрделі салымдар	462 740
Жалпы капиталды шығындар	5 969 346

5.5.2 Пайдалану шығындарын есептеу

Қызмет көрсету және байланыс қызметтерін көрсету барысында кәсіпорынның ресурстарын жұмсауды қажет ететін іс-шаралар қажет. Бір жылдағы шығындар сомасы және өндірістің нақты өзіндік құнына немесе жылдық пайдалану шығындарының шамасына тең. [28]

$$\Sigma П = Ж + С + Э + АА + М + Ш, \quad (5.6)$$

мұнда $Ж$ - кәсіпорынның барлық жұмысшыларының жалақы қоры;

$С$ - әлеуметтік салық;

$Э$ - электроэнергия шығындары;

$АА$ - амортизациялық аударымдар;

$М$ - материалдық шығындар және қосалқы бөлшектер;

$Ш$ - үстеме шығындар (жанама шығындар, бұл есепке алынбаған барлық шығындарды қамтиды - басқару, экономикалық, оқу шығындары, көлік шығындары).

Жалақы қорын анықтаймыз:

$$Ж = Ж_Н + Ж_К, \quad (5.7)$$

мұнда $Ж_Н$ - негізгі жалақы қоры;

$Ж_К$ - қосымша жалақы қоры.

Жобаны жүзеге асыру үшін мамандардың болуы қажет:

5.3 кесте - Қызметкерлердің жалақысы [30].

Қызметкерлер санатының атауы	Қызметкерлер саны	Жалақы айына, тг	Санат бойынша бағасы, тг	Жылдық жалақы, тг
Электромонтер	3	160 000	480 000	5 760 000
Оператор	1	110 000	110 000	1 320 000
Инженер	2	180 000	360 000	4 320 000
Барлығы	6	450 000	950 000	11 400 000

Енді негізгі жалақының 20% құрайтын қосымша жалақыны анықтаймыз:

$$Ж_К = 11400000 \cdot 0.2 = 2280000 \text{ тг.}$$

Осылайша, жалақы қоры:

$$Ж = 11400000 + 2280000 = 13680000 \text{ тг.}$$

Зейнетақы қорына жарналар жалақының 10% құрайды:

$$З = 0.1 \cdot Ж, \quad (5.8)$$

$$З = 0.1 \cdot 13680000 = 1368000 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салық жалақының 9.5% құрайды, содан кейін зейнетақы қорын ала отырып, әлеуметтік салық:

$$С = 0.095 \cdot (Ж - З), \quad (5.9)$$

$$С = 0.095 \cdot (13680000 - 1368000) = 1169640 \text{ тг.}$$

Амортизация мөлшері негізгі қорлар құнына пайызбен белгіленген бірыңғай мөлшер бойынша есептеледі. Жабдықтар бойынша амортизация мөлшері 25% құрайды. Амортизациялық аударымдар мына формула бойынша есептеледі:

$$АА = К \cdot 0.25, \quad (5.10)$$

$$АА = 5969346 \cdot 0.25 = 1492336,5 \text{ тг.}$$

Ағымдағы жөндеу және қосалқы бөлшектер үшін материалдық шығындар мен шығындар күрделі салымдардың 0,5% құрайды:

$$М = К \cdot 0.005, \quad (5.11)$$

$$М = 5969346 \cdot 0.005 = 29846,73 \text{ тг.}$$

Жабдықтың қуат шығыны келесі формула бойынша есептеледі:

$$Ш_{ЭЛ.ЭН.КУРЫЛ.} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.12)$$

мұнда W - тұтынылатын қуат, 6.94 кВт;

Т – жұмыс уақыты, Т=8760 сағ/жыл;

S - тариф, күнделікті тарифтік мөлшерлеме 13.42 теңге 1кВт/сағ.

$$Ш_{ЭЛ.ЭН.КУРЫЛ.} = 6.94 \cdot 8760 \cdot 13.42 = 752378,88 \text{ тг.}$$

Қосымша қажеттіліктердің шығындарын анықтаймыз:

$$Ш_{КОС.КАЖ} = 0.05 \cdot 752378,88 = 37618,944 \text{ тг.}$$

Электр энергиясына шығындарды формула бойынша анықтайық:

$$Э = 752378,88 + 37618,444 = 789997,824 \text{ тг.}$$

Үстеме шығынсыз пайдалану шығындары кестеде көрсетілген.

5.4 кесте - Пайдалану шығындары (үстеме шығындарды қоспағанда).

Аты	Бағасы, тг
Жалақы	11 400 000
Зейнетақы қоры	1 368 000
Әлеуметтік салық	1 169 640
Электр энергия шығындары	789 997,824
Амортизациялық аударымдар	1 492 336,5
Материалдық шығындар	29 846,73
Барлығы	16 249 821,1

Үстеме шығындар пайдалану шығындарының 70% құрайды.

$$H = 0.7 \cdot C, \tag{5.13}$$

$$H = 0.7 \cdot 16249821,1 = 11374874,7 \text{ тг.}$$

Нәтижесінде операциялық шығындар құрайды:

$$\Sigma O = 16249821,1 + 11374874,7 = 27624695,8 \text{ тг.}$$

5.5.3 Тарифтік кірісті есептеу

Аксаринск аймағында жобаланған LTE желісі іске қосылған алғашқы жылы, желіге қол жеткізу үшін, жалпы халықтың 45% -ы Интернетке қосылады делік. Оның 42% -ы жеке тұлғалар, 3% -ы заңды тұлғалар. Аксаринск өңіріндегі халық саны 5894 адамды құрайды. Интернетке USB-LTE модемі мен WiFi арқылы желіге қосылу үшін желіге қосылған пайдаланушылардың шамамен санын қарастырайық.

$$N_{инт} = 2652 \cdot 0.45 = 1193 \text{ адам.}$$

$$N_{ж} = 2652 \cdot 0.3 = 795 \text{ адам.}$$

$$N_{З} = 2652 \cdot 0.15 = 398 \text{ адам.}$$

Сонымен, отбасы ретінде бір режим және біреуі сатып алынады, ал отбасы әдетте төрт адамнан тұрады, сондықтан жеке жазылушылардың санын есептеу келесі түрде жүзеге асырылады:

$$N_{ж} = 795/4 = 198 \text{ адам.}$$

Жеке тұлғаларға LTE модемдері мен индикаторларын қолдана отырып Интернетке қол жеткізу арқылы ұсынылатын тарифтік жоспарлар 8 кестеде көрсетілген.

5.5 кесте - Жеке тұлғаларға арналған тарифтік жоспарлар және олардың шығындары.

Тарифтік жоспар	LTE бағасы (ҚҚС қоспағанда), тг	Бір жылға пайдалану бағасы, тг	Абоненттер пайызы $N_{ж}$,%	Абоненттердің шамалы саны
“Unlim LTE”	4500	54 000	15	262
3 ГБ Топтама	1190	14 280	35	1200
5 ГБ Топтама	2290	27 480	25	600
7 ГБ Топтама	3290	39 480	25	312

LTE (D_1) құрылғылары арқылы Интернетке кіру қызметтерін ұсынудан түскен жалпы тарифтік кіріс формула бойынша анықталады:

$$D_i = \Sigma T_i \cdot N_i, \tag{5.14}$$

мұнда T_i - тарифтік жоспардың бағасы;

N_i - тарифтік жоспарға қосылған абоненттердің шамалы саны.

Сонда жеке тұлғалар үшін жалпы тарифтік кіріс:

$$D_1 = 54000 \cdot 262 + 14280 \cdot 1200 + 27480 \cdot 600 + 39480 \cdot 312 = 59153760 \text{ тг.}$$

5.6 кесте - Заңды тұлғаларға арналған тарифтік жоспарлар және олардың құны

Тарифтік жоспар	LTE бағасы (ҚҚС қоспағанда), тг	Бір жылға пайдалану бағасы, тг	Абоненттер пайызы $N_{з}$,%	Абоненттердің шамалы саны
Business 4	2190	26 280	60	48
Corporate 10	4000	48 000	40	31

Заңды тұлғалар үшін жалпы тарифтік кірістер:

$$D_2 = 26280 \cdot 48 + 48000 \cdot 31 = 2759040 \text{ тг.}$$

USB-LTE (D_3) модемдерін сатудан түскен кіріс мына формула бойынша табылады:

$$D_3 = N_{ж} \cdot Z_1, \tag{5.15}$$

мұнда z_1 - бір USB-LTE модемнің құны, $z_1 = 6280$ теңге;

$N_{ж}$ - USB-модемдермен пайдаланатын абоненттердің 40%.

$$D_3 = 2652 \cdot 0.4 \cdot 6280 = 6661824 \text{ тг.}$$

WiFi маршрутизаторын сатудан түскен кіріс (D_4):

$$D_4 = N_{ж} \cdot Z_2, \tag{5.16}$$

мұнда z_2 - бір WiFi маршрутизатордың құны, $z_2 = 14990$ теңге;

$N_{ж}$ - WiFi маршрутизаторлармен пайдаланатын абоненттердің 60%.

$$D_4 = 652 \cdot 0.6 \cdot 14990 = 5864088 \text{ тг.}$$

Қызметтерді сатудан түскен жалпы кірісті есептеңіз:

$$D_5 = D_1 + D_2 + D_3 + D_4, \tag{5.16}$$

$$D_5 = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 59163760 + 2759040 + 6661824 + 5864088 = 74448712 \text{, тг}$$

Салық салғанға дейінгі пайда:

$$П = D_5 - \Sigma O, \tag{5.17}$$

$$П = 74448712 - 27624695,8 = 46824016,2.$$

Заңды тұлғалардың табыс салығы 20% құрайды, ал таза пайда:

$$ТП = П \cdot 0.8, \tag{5.18}$$

$$ТП = 46824016,2 \cdot 0.8 = 37459213 \text{ тг.}$$

Инфляция (дисконттау) таза кірістің 15% құрайды және келесідей:

$$In = ЧП \cdot 0.15, \quad (5.19)$$

$$In = 46824016,2 \cdot 0.15 = 7023602,43 \text{ тг.}$$

5.6 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Өтемді қайтару мерзімін анықтау үшін абсолютті экономикалық тиімділіктің шамасын білу қажет.

Абсолютті экономикалық тиімділік дегеніміз - инфляция (дисконттау) мен күрделі салымдар құнының арақатынасы:

$$E = In / K, \quad (5.20)$$

$$E = 7023602,43 / 5969346 = 1,176.$$

Шамамен қайтару мерзімі экономикалық тиімділіктің кері мәні ретінде есептеледі:

$$T = 1 / E, \quad (5.20)$$

$$T = 1 / 1,176 = 0.85.$$

Нәтижесінде жобаның құнын өтеу мерзімі - 0,85 жыл.

Деректерді беру жүйесінің экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері 5.6 кестеде келтірілген.

5.7 кесте - Мәліметтерді беру жүйесінің экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері.

Аты	Бағасы, тг
Жалпы капиталды шығындар, тг	5 969 346
Операциялық шығындар, тг	16 249 821,1
Қызметтерді сатудан түскен жалпы кірістер, тг	74 448 712
Пайда, тг (салыққа дейін)	46 824 016,2
Таза пайда, тг (салықтан кейін)	37 459 213
Инфляция	7 023 602
Жобаның құнын өтеу мерзімі	0.85 жыл

4G желісіндегі қызметтерге ақы төлеу мерзімін есептеу бір жылдан аз уақытқа созылды, сондықтан жобаның дисконтталған құнын, инвестициялардың экономикалық тиімділігін, кірістіліктің ішкі нормасын және кірістердің дисконтталған мөлшерлемесін есептеу.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада 4G технологиясы көмегімен ұялы байланыс жүйесін жобалау қарастырылады. 4G - бұл озық талаптарға сай ұялы байланыстың буыны. Төртінші ұрпақ бойынша деректерді ұялы телефонға 100 мбит/с-тен асатын жылдамдықпен (тұрақты қозғалғыштығымен) және стационарлық абоненттерге 1Гбит/с жылдамдықпен (төмен қозғалғыштығымен) деректерді жіберуге мүмкіндік беретін перспективалы технологияларды жатқызу әдетке айналды. Өйткені бұл технология алдыңғы байланыс стандарттарынан көптеген артықшылықтары бар, жұмыстың теориялық бөлігінде егжей-тегжейлі сипатталған. Жобада ең басты назарға техникалық сипаттамаларын алу қажет болды, өйткені жұмыстың маңызды кезеңі, қажетті құрал-жабдықтармен таңдау, еңбек жағдайлары, қауіпсіздік стандарттары, және ең бастысы, жабдықтар құны болды.

Жобаның есептік бөлімінде мен «жақын» және «алыс» өрістегі пайдаланушылар үшін LTE желісінің каналында берудің рұқсат етілген жылдамдығын, радио толқындардың таралу шығындарын, желінің өткізу жолағынын және деректерді жіберу жылдамдығын, ұя санын және қамту аймағын сонымен қатар оның радиусын есептедім. SEAMCAT программасында имитациялық модельдеу жүргіздім. Келесі кезекте антеннаны орнатуға ерекше көңіл бөлдік, өйткені әрбір ұялы байланыс операторында осы мәселемен айналысатын жобалау бөлімдері бар. Жобаны іске асыру кезінде байланыс желісін салуда барлық жабдықтар дайын түрінде өтеді, нақты айтқанда оның білікті орнатылуы, өйткені ол болашақта өзінің өнімділігін анықтайды.

Кез келген жобаны жасағанда назарға бизнес – жоспар мен денсаулық және қауіпсіздік стандарттарын мәселелерін қабылдау маңызды болып табылады. Бұл дипломдық жобадағы төртінші бөлімде тіршілік қауіпсіздігіне байланысты есептеулер орындалды. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөліміне қатысты өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде қарастырылған тақырыптар:

- Кеңседегі жасанды жарықтандыру;
- Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету;
- Алғашқы өрт сөндіру құралдарын пайдалану.

Бизнес – жоспар бізге нарық менеджмент, маркетинг және талдау қызметтерін сипаттамаларын толық суретін берді. Қаржы тұрғысынан, инвестициялық шығындарды, операциялық шығындарды, қызметтерді сатудан түскен табыс есептелді. Сондай-ақ тағы жоба құны-тиімділігін санап отырып назарға жобаның табыстылығын көрсетті.

Орындалған дипломдық жоба берілген тақырыпқа сай және қазіргі заман сұраныстарына сай келеді. Жалпы жобаның мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуы, баяндалуы, рәсімделуі және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар орындалған.

Қысқартулар тізбесі

БС – базалық станция.

ЖЖ – жергілікті желі.

UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network) – радиожеліге байланысты барлық функцияларды атқаратын UMTS универсалды жер үстіндегі радио желісі.

UE (UserEquipment) – пайдаланушы мен UTRAN арасында интерфейс болып табылатын құрылғы.

CN (CoreNetwork) – коммутация және қоңыраулар мен мәліметтерді сыртқы желіге маршруттау үшін жауап беретін базалық желі.

HSPA (High Speed Packet Access) - пакеттік деректерді пайдаланатын және WCDMA / UMTS мобильді желілеріне қосымша болып табылатын сымсыз кеңжолақты радио технология.

MMS - мультимедиялық хабарлама қызметі

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) - ұялы байланыс технологиясы Европада 3G енгізу үшін Еуропалық телекоммуникация стандарттары институты (ETSI) әзірледі.

FMC (Fixed-MobileConvergence) - әртүрлі байланыс желілерінің түйісуіндегі технологиялық шешім: тіркелген және мобильді, қысқа нөмірлеудің жалпы жоспарымен бірыңғай офис және ұялы телефон желісін құруға мүмкіндік береді.

NGN (NextGenerationNetwork) – болашақтың желісі – сөз, мәлімет және мультимедиа тарату қызметін толық немесе жартылай интеграциялауды қолдайтын, өзегі IP-желі болып табылатын мультисервистік байланыс желісі.

IP (Internet Protocol) - маршрутталатын желілік хаттама, TCP/IP протоколдары стегінің негізі.

SBC (Session Border Controller) - сессиялардың шекаралық контроллерлері.

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing) - ортогональды жиілікті бөлу мультиплекстеу

Әдебиеттер тізімі

1. Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О., Гусаров А.С., Слышков А.С., Шуньков Р.В. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. – СПб: Линк, 2012. – 226 с.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М: Эко-Трендз, 2010.– 284 с.
3. Скрынников В.Г., Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика.– М.: Издательство "Спорт и Культура – 2000", 2012.– 864 с.
4. Степутин, А. Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 томах. Том1 / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. –2-е изд. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 384 с. : ил.
5. Степутин, А. Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 томах. Том2 / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. –2-е изд. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 420 с
6. Карташевский В.Г. и др. Сети мобильной связи – М.: ЭКОТ РЕНДЗ, 2001.
7. Громаков Ю.А. Стандарты и системы мобильной радиосвязи. – М.: Радио и связь, 1999.
8. Радиосвязь / Под ред. О.В. Головина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
9. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Е. Зимина. – М.: Радио и связь, 2005.
10. Системы радиосвязи: Учебник для вузов / Под ред. Н.И. Калашникова. – М.: Радио и связь, 2000.
11. Русев Д. Технологии беспроводного доступа: Справочник. – СПб.: БХВ- Петербург, 2002.
12. Функциональные устройства обработки сигналов (Основы теории и алгоритмы)/Под ред.Ю.В. Егорова. – М.: Радио и связь, 1997.
13. Андрианов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. - СПб: БХВ Петербург Арлит, 2001.
14. https://www.google.ru/maps/
15. Коньшин С.В., Сабдыкеева Г.Г. Теоретические основы систем связи с мобильными объектами: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2002.
16. Коньшин С.В. Транкинговые радиосистемы: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2000.
17. Коньшин С.В. Мобильные телекоммуникационные радиосистемы: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2003.
18. Коньшин С.В., Ким Д.О. Системы мобильной радиосвязи. Методические указания к лабораторным работам. – Алматы: АИЭС, 2004.
19. Коньшин С.В. Технологии беспроводной связи: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2006.

20. ГОСТ 12.1.055.88 ССБТ – «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» - Всесоюзный Центральный Совет Профессиональных Союзов, 1988.

21. 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.

22. СНиП РК 2.04-05-2002 – «Естественное и искусственное освещение» - Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства, 2003.

23. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

24. СНиП РК 2.02-05-2009 – «Пожарная безопасность зданий и сооружений» - Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства, 2010.

25. Т.С. Санатова, С.Е. Мананбаева, А.С. Бегимбетова. Еңбекті қорғау. Күндізгі-сырттай оқу түрінің барлық мамандықтар суденттері үшін зертханалық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау.- Алматы: АЭжБИ, 2008.-22 б.

26. Абикенова А.А., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Пожарная профилактика» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 32 с.

27. Бекишева А.И. Экономика и организация производства. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 5В070300 - Информационные системы – Алматы: АУЭС; 2012. –51 с.

28. Рузавин П.И. Экономика предприятия. - М., 2002.

29. Ушаков И.И. Бизнес- план. - СПб., 2008.

30. Шевчук. А. Как составить бизнес-план.- М., 2008

31. Заработная плата работников по профессиям и должностям в 2020 году: http://stat.gov.kz

32. Құрал-жабдықтардың бағасы https://dalsvyaz.ru/