**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Коммерциялық емес акционерлік қоғамы**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ**

Телекоммуникациялық жүйелер

**кафедрасы**

**«Қорғауға жіберілді»**

**Кафедра меңгерушісі**

т.ғ.к Шагахметов Д.Р

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «_____» _____ 20___ ж.

(қолы)

# ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

**Тақырыбы:** Қызылорда облысының Махамбет қаласы маңында 4G технологиясының көмегімен мобильді байланысты жобалау

5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникация **мамандығы бойынша**

**Орындаған** Қаратаев Бостан Жалбырұлы МТСк-10-03

(аты - жөні) (тобы )

**Жетекші** Агатаева Б.Б., Доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

**Кеңесшілер :**

**Экономикалық бөлім бойынша :** ЭФК профессор К. Базылов

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «26» 05 2014 ж.

(қолы)

**Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:**

аға оқытушы Тортаев Э.О.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «15» 05 2014 ж.

(қолы)

**Есептеу техникасын қолдану бойынша :**

аға оқытушы Сеисенова Р.О.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «26» 05 2014 ж.

(қолы)

доцент Агатаева Б.Б

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «25» мамыр 2014 ж.

(қолы)

**Мөлшер бақылаушы:**

ТКК каф. аға оқытушысы Темирканова Ж.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «28» 05 2014 ж.

(қолы)

**Пікір жазушы :**

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «_____» _____ 20___ ж.

(қолы)

**Алматы 2014**

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Коммерциялық емес акционерлік қоғамы**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ**

Радиотехника, телекоммуникация және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

# ТАПСЫРМА

Студент Қаратай Бостан Жалбырұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Қызылорда облысының Махамбет қаласында 4G технологиясының көмегімен мобильді байланысты жобалау

ректордың « 24 » қыркүйек № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 2014 ж.

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

1. Тарақтық антеннаның сезімталдығы $S_{c.r}$ мен күшейту коэффициенті $G_A$
2. Махамбет қаласының халық саны мен жер сыдыры
3. LTE желісіне арналған орташа спектралды тиімділігі

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

1. Қызылорда қаласына 4G ұялы байланыс қызметін құрудың техникалық мүмкіндігін зерттеу
2. LTE желісін құру үшін құрылғыны таңдау
3. Махамбет қаласындағы LTE желісінің есептеулерін жүргізу
4. Жобаның экономикалық тиімділігін анықтау

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. LTE желісінің жалпылама құрылымдық сұлбасы
2. Ericsson Mini-Link HC базалық станциясымен және өзара байланысу сұлбасы
3. USB-модем құрылымдық сұлбасы
4. Жерлендіруі бар сәйкімалы ТОқ желісінің ұстанымды сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер


1. В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, В.И. Джаригев. Систему мобильной связи / СПб ГУТ. – СПб, 1999. – 330с.
2. Карташевский В.Г. и др. Сети подвижной связи. – М: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001
3. Варукина Л.И. Планирование сетей LTE, технические предпосылки объединения операторов. Мгогим.ru, 2010


Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

| бөлімшелер | кеңесші | мерзімі | қолы |
|---|---|---|---|
| Экономика | Базылов Ш | 04.5 26.05.14 | |
| ӨТҚ бөлімі | Тортаев Э.Э. | 24.04-15.03 | |
| Есептеу тех бөлімі | Сейтенова Д.О | 5.05 - 26.05.14. | |
| Тұтынушы негізді бөлім | Агатаева Б.Б | 05.09.13-25.05.14 | |

диплом жобасын дайындау

# КЕСТЕСІ

| № р/с | Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі | Жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
|---|---|---|---|
| 1. | Негізгі бөлім | 4.10 – 4.11.13 | |
| 2. | LTE байланыс қызметіне кіріспе | 7.11 – 6.12.13 | |
| 3. | Құрылғыға талдау жасау | 6.12 – 24.12.13 | |
| 4. | Есептеу бөлімі | 9.01 – 10.02.14 | |
| 5. | Өміртіршілік қауіпсіздігі | 24.04 – 15.05.14 | |
| 6. | Техникалық экономикалық бөлім | 04.05 – 26.05.14 | |

Тапсырманың берілген уақыты «05» қыркүйек 2013 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ ТФК Шағмахметов Д.Р
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ ТКЖ каф.доценті Ағатаева Б.Б
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Қарағай Бостан
(қолы) (аты -жөні)

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрено организация мобильной связи в пригороде Махамбет города Кызылорда используя технологию LTE. На первом этапе проводился выбор оборудования и осуществлены нужные технические расчетные показатели.

В расчетной части проекта были рассчитаны число базовых станций, максимальные потери, число абонентов на одну базовую станцию и пропускная способность сети.

В экономической части был определен срок окупаемости и целесообразности проекта.

В проекте рассмотрены вопросы о безопасности жизнедеятельности, в том числе вентиляция и расчеты системы автоматического огнетушения.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада LTE технологиясын қолдану арқылы Қызылорда қаласының Махамбет қала маңында ұялы байланыс ұйымдастыру мәселесі қарастырылды. Алғашқы кезеңде құрылғыға таңдау жасалып, қажетті техниалық есеп көрсеткіштері жүзеге асырылды.

Экономикалық бөлімде жобаның мақсаты мен өзін – өзі ақтау мерзімі көрсетілген.

Жобада, сондай–ақ, өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері, соның ішінде жерлендіру, өрт сөндірудің автоматтық жүйелерінің есептері келтірілген.

## ABSTRACT

In this diploma project examined the organization of mobile communications in the suburbs of Makhambet the city of Kyzylorda by using technology LTE. In the first stage selection of equipment and made the necessary technical indicators are calculated.

The computational part of the project were calculated number of base stations, the maximum loss, the number of subscribers per base station and network bandwidth.

In the economic part of the payback period was determined and the feasibility of the project.

The project examines questions about the safety of life, including ventilation and calculations of automatic fire-extinguishing systems.

## МАЗМҰНЫ


КІРІСПЕ 8
1 ҚЫЗЫЛОРДА ҚАЛАСЫНДА 4G ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ҚЫЗМЕТІН ҚҰРУДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ МҮМКНДІГІН ЗЕРТТЕУ 9
1.1 Қызылорда облысындағы байланыс желісінің анализі 9
1.2 LTE технологиясының дамуы 11
1.3 LTE технологиясының негізгі параметрлері 12
1.4 LTE технологиясының жиіліктік сәулеті 12
2. LTE ЖЕЛІСІН ҚҰРУ ҮШІН ҚҰРЫЛҒЫНЫ ТАҢДАУ 15
2.1 Ericsson RBS 6201 LTE үшсекторлы базалық станциясы, фидері және қорек көзі блогы 15
2.2 Ericsson–LG ES–3026P коммутаторы 18
2.3 Ericsson MBR L21 4G LTE Mobile Broadband Router маршрутизаторы 19
2.4 ASN Samsung бақылауыш шлюзы 20
2.5 Katherin фирмасының үшсекторлы антеннасы 20
2.6 Радиорелейлік байланыс жолдары мен БС арасына арналған құрылғы 22
2.7 Қызмет ұсынылатын абоненттік станция 23
3 ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ 24
3.1 LTE технологиясына талдау 24
3.2 Махамбет аумағында LTE желісі үшін қамту аумағын есептеу 24
3.3 Махамбет қала маңы аумағында eNB–ның жиілікті–аймақтық бөлінуі және жағдайға байланысты орналастырылуы 27
3.4 Желінің өткізу қабілетін есептеу 28
3.5 Потенциалдық абоненттердің санын есептеу 29
3.6 Байланыстың тұрақтылығын есептеу 33
3.7 Қабылданатын дабыл қуатын есептеу 37
3.8 РРЖ пролетін есептеу 39
3.9 Пайдалы дабылдың қуатын есептеу 41
3.10 БС тиесілі жүктемені есептеу 43
4 БИЗНЕС ЖОСПАР 44
4.1 Түйін 44
4.2 Компания және сала 44
4.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу 45
4.4 Нарықтық өтімді талдау 45
4.5 Менеджмент 46
4.6 Маркетинг стратегиясы 47
4.7 Қаражат жоспары 47
4.8 Табысты есептеу 48
4.9 Пайдалану шығындары 51
4.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу 54
5 ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ 57
5.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау 57

5.2 Жерлендірудің қорғаныш өткізгішіне қойылатын талаптар 59
5.3 Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы тиімді таңдау 59
5.4 Жұмыс орнындағы табиғи жарықтандырудың параметрлері 61
5.5 Ауа алмасу 62
5.6 Жерлендіруді есептеу 63
ҚОРЫТЫНДЫ 69
Әдебиеттер тізімі 70
Қысқартылған сөздер тізімі 72
А Қосымшасы 73
Ә Қосымшасы 74
Б Қосымшасы 75

# КІРІСПЕ

Қазіргі таңда байланыс саласының дамуы әлемде орасан зор өзгерістер енгізуде. Жүйелік және телекоммуникациялық саланың дамуы, елдің дамуында үлкен роль атқаратынын көптеген халықаралық тәжірибелер дәлел болуда, ал тұрғындарды қол жетімді әрі жоғары жылдамдықты байланыспен қамтамасыздандыру алға қойылған тапсырмалардың бірі болып табылады.

Телекоммуникацияның дамуымен қатар сымсыз байланыс өте үлкен жылдамдықпен дамуда, оның қолданылу аясы кеңейіп, мүмкіндіктері артып келеді. Еліміздің қалаларында кез-келген адамның интернет желісіне қосылуға үлкен мүмкіндігі бар. Сонымен қатар қала тұрғындарының алдында сымсыз немесе сымды инетрент желісіне қосылуына таңдау мүмкіндігі бар. Алайда қала маңы және ауылды жерлердегі жағдай әлдеқайда төмен. Ауылды жерлерді интернетпен қамтамасыздандыру “Ақпараттық Қазақстан – 2020” мемлекеттік бағдарламасының маңызды аспекті болып табылады. Осы мәселенің шешілуі ауылдағы агро өндірістік кешеннің дамуымен қатар, ауылдағы білім деңгейінің өсуіне алып келеді.

Ауылды жерді жоғары жылдамдықты интернетпен қамтамасыз етудің перспективті нұсқаларының бірі – мобильді 4G ұялы байланыс желісін құру. Бұл тапсырманы шешу үшін LTE технологиясын қолданамыз. Қазақстан Республикасында ұялы байланыс қызметін қолданушылар саны шамамен 65,6 пайызға жеткен, ал кеңжолақты үлкен жылдамдықты мәлімет тарату қызметін пайдаланушы абоненттер саны 7053,8мыңды(41,5%) көрсеткен.

Дипломдық жобадағы LTE желісі құрылатын аумақтық обьект ретінде Қызылорда қаласындағы Махамбет қала маңы таңдалды. Дипломдық жобаның мақсаты Махамбет қала маңында LTE стандартын қолдану арқылы ұялы байланыс жүйесінің жоғары жылдамдықты мүмкіндігімен қамтамасыз ету.

# 1 ҚЫЗЫЛОРДА ҚАЛАСЫНДА 4G ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ҚЫЗМЕТІН ҚҰРУДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ МҮМКНДІГІН ЗЕРТТЕУ

## 1.1 Қызылорда облысындағы байланыс желісінің анализі

Қызылорда облысы–Арал теңізінің шығысында Сырдария өзенінің төменгі ағысы, Тұран ойпатында орналасқан. Облыс 1938 жылы 15 қаңтар күні құрылған. Қазақстан Респуликасының бірнеше облыстарымен оның ішінде шығыс және оңтүстік–шығысында Оңтүстік Қазақстан облысымен, солтүстігінде–Қарағанды облысымен, солтүстік–батысында Ақтөбемен шекараласады. Жер көлемі жөнінен республика бойынша 4–орында. Әкімшілік орталығы–Қызылорда қаласы. Қызылорда облысы кенет – континенттік ауа райы аймағында орналасқан. Күншуақ жылына 300 астам. Жазы ыстық және ұзақ мерзімді. Бұл кезеңде температурадағы күрт өзгеру сипаты байқалмайды. Кейбір жерлерде шілде айының орташа температурасы 36–39 0С. Облыс аумағының басым бөлігінде температураның абсолютты максимумы 44–48 0С құрайды. Қыс мезгілінде облыстың солтүстік және оңтүстік аймақтарынының арасында температурада айтарлықтай айырмашылықтары бар. Мысалы, ең салқын ай – қаңтардағы орташа температура 35–36 С градусты құрайды. Құрғақ климат – облыс климатының ерекшелектерінің бірі. Жауын–шашын өте аз жауады. Орташа жылдық мөлшері 100–190 мм аспайды және жыл маусымдарында оның түсімі біркелкі емес: барлық жауын–шашынның 60 пайызы көктемгі–қысқы кезеңдерге тиесілі. Қазақстанның оңтүстігіндегі әкімшілік–аумақтық бөлік. Жерінің аумағы – 226,0 мың шаршы шақырым (Қазақстан жерінің 8,3%–ы). Тұрғыны – 734,300 адам [29].

Бұл дипломдық жобада Қызылорда облысының Махамбет елді мекені қарастырылды, сондықтан осы елді мекен жайлы ақпарат төменде келтірілген. Махамбет – қала маңы, ауылдық округ орталығы. 1994 жылдан бастап Ақсуат ауылдық округіне Кеңес Одағының батыры Жақыпбек Махамбет атындағы ауыл (бұрынғы С.М.Киров атындағы ауыл) және «Наурыз» саяжайы, Жаңадария арнасы бойында орналасқан шағын елді мекендер қарайды. Соңғы жүргізілген санақ бойынша 8743 адам саны тіркелді. Жерінің көлемі 22,5 шаршы шақырымды құрайды. Дипломдық жобада жүргізілетін есептеулер осы мәліметтерді қолдана отырып шығарылды. Бұл елді мекен қарқынды даму үстінде және халық саны да уақыт өте өсу үстінде. Себебі жаңа бағдарлама бойынша қала орталығы Сырдария өзенінің сол жақ жағалауына көшіру жоспарлануда. Қазіргі кезде көптеген мекемелер, бизнес орталықтар, ауруханалар және де мектеп орындары салынуда. 2014 жылдың қыркүйек айында салынып, қолданысқа берілген Қазақстан Республикасының тұңғыш президентні Н.Назарбаев мектебі осы аумақтан бой көтерді. Аймақтың әлеуметтік–экономикалық даму динамикасы нақты секторда да, әлеуметтік салада және инфраструктура комплексінде де оң өзгерістермен сипатталады.

Жер бедері жағынын Қызылорда облысы жазық болып келеді. Сыр бойынын 10 км қашықтықты ала отырып бойлай орналасқан. Жалпы алғанда қала теңіз деңгейінен 123 м биіктікте орналасқан. Жер бедерінің осылай орналасуы мобильді байланыс орнату және пйдалану кезінде өте қолайлы.

Қазіргі таңда мобильді байланыс барлық жерде басым орынға ие. Жоғары сұраныста тұрған бұл байланыс қалаларда орнығып, енгігі уақытта қызмет аумағын кеңейту жұмыстары жүргізілуде. Қызылорда қаласында 6 автоматты телфон станциясы, 2 спутниктік SKY EDGE және CDMA 250 радио телефон станциясы қала халқына қызмет көрсетуде. Осы станциялардың барлығы да халықаралық сөйлесу жүйесіне қосылған. Қызылорда қаласы бойынша кең жолақты Интернет желісіне қатынау MEGALINE, Beeline, Icon үмкіндігі бар жабдықталған порттары толық іске қосылған.

DWDM енгізу — «толық оптикалық желілер» бағыты бойынша қозғалыс. Қазірде коммерциялық түрде оптикалық енгізу/шығару мультиплексорлары жұмыс істеуде және алғашқы оптикалық кросс–коннекторлар іске асырылуда.

IP–телефония, Интернетке кеңжолақты мүмкіндік, электрондық почта, ағындық бейне және мәліметтерді тарату, бейнеконференция, виртуалдық жеке компьютерлік желілер және т.б. қазіргі кездегі жаңа қызметтері бар. Электрондық АТС, сонымен қатар талшықты–оптикалық байланыс жолдарын және SDH аппаратураларын кеңінен енгізілу үсінде. Байланыс желісі толығымен дерлік цифрлық, ҚТС–да абоненттік жолда бессандық нөмірлену жүйесі қабылданған.

Қалада байланыс қызметтерін Қызылорда облыстық телекоммуникация дирекциясы АҚ «Қазақтелеком» филиалы қамтамасыз етеді. "GSM Kazakhstan" байланыс операторының Kcell, Activ брендтері, «ЖШС Кар–Тел» байланыс операторының Beeline және “АҚ АЛТЕЛ” дан Pathword, Jet, City брендтері жұмыс істейді.

«Қазақтелеком» ұлттық байланыс операторының даму бағдарламасына сәйкес, байланыс саласының технологиялық түрленулерінің негізін құрайтын, жүйеқұрушы жобалардың ең ірісі ҰАСМ (НИСМ) құрылысы болады. Бұл жобаның концепциясы SDH сақина технологиясын қолдану арқылы аналогтық магистральдық желіні жерүсті талшықты – оптикалық жоғары жылдамдықты цифрлық магистральдық желіге толығымен ауыстыру қажеттілігіне негізделеді. Нәтижесінде республиканың барлық аймақтарын, бүкіләлемдік ақпараттық желіге кем дегенде үш шығысы бар үш ірі сақина түрінде байланыстыру жүзеге асырылады. LTE ұялы байланыс жүйесі байланыс сапасының артуына және интернет тұтынушыларының саны бойынша әлемдегі ең дамыған 50 мемлекеттің қатарына кіруіне себебін тигізеді және біздің мемлекеттің әлемдік ақпараттық кеңістікке интеграциясы үрдісін жылдамдатуға мүмкіндік береді. Алдағы уақытта “АҚ Алтел” және “АҚ Қазақтелеком” 4G LTE технологиясымен байланыс орнату жоспары қолға алынды.

## 1.2 LTE технологиясының дамуы

LTE технологиясының стандарт ретінде ресми түрде құрылуы 2004 жылы басталды. Зерттеушілердің алдында жоғары жылдамдықты қамтамасыз ете алатындай физикалық деңгейдегі технологияны таңдау сұрағы тұрды. Оны жүзеге асыру үшін екі нұсқа ұсынылды: ертеректе HSPA желісінде қолданыста жүрген W–CDMA, және радиоинтерфейстің жаңа технологиясы OFDM. Жүргізілген зерттеу жұмыстарынан кейін арнаның ортогоналды жиілікті бөлінуімен мультиплексирлеу – (Orthogonal frequency–division multiplexing) OFDM технологиясын пайдалану туралы шешім қабылданды. 3GPP жобасының аясында 2006 жылдың май айында бірінші радиоинтерфейске E–UTRA (Evolved UMTS Terrsatial Radio Access) арнайы құрылды. Бұл 3GPP Release 7 негізіне кірді. 2008 жылыдың желтоқсан айында LTE жүйесінің функционалды және архитектуралық талаптарына сай келетін 3GPP Release 8 стандарттар нұсқасы бекітілді. 2009 жылдың ортасына тамам LTE негізіде бірінші тәжірибелі жүйелер пайда болды. Осы жылдың соңында шведтік телекоммуникациялық Telia Sonera компаниясы Ericsson компаниясымен біріге отырып Стокгольм мен Ослода әлемдегі бірінші коммерциялық желіні іске қосуы жайында хабарланды.

4G – ұялы байланыстың төртінші ұрпағы, мәліметтер таратудың жоғары жылдамдығын және байланыс сапасының жоғарлауын сипаттайды. Төртінші ұрпаққа мәліметтерді таратуда 100 Мбит/с–тан асатын жылдамдық көрсететін технологиялар жатады. Мысалы 4G ретінде LTE және WiMax технологиялары саналады да, 1 Гбит/с теориялық жылдамдықта мәліметтер таратады. Салыстырмалы түрде максималды жылдамдық GSM (2G) үшін 240 кбит/с, ал 3G үшін 10 Мбит/с. 4G–дің ерекшелігі сол бұнда тұтынушыға 326,4 Мбит/секундқа және кері бағытқа 172,8 Мбит/секундқа (3G–ден 2 есе жылдам) дейін мәлімет жіберуді жүзеге асыра алатын жылдам интернет, видеоқоңырау мен ұялы телевидение көруге, т.б көптеген қызметтерге қол жеткізе алады.

LTE желісімен ұсынылатын қызметтер 2G/3G желілер қызметіне қарағанда кең ауқымға ие. Ең бастысы бұл күшейтілген жылдамдықты ақпарат тарату мен жоғары өткізу қабілеттілігі және де «барлығы IP арқылы» концепциясына өтуімен байлнысты. LTE желісімен ұсынылатын негізгі қызметтер:

- дауысты дестелік тарату;
- интернет файлдарды тарату;
- элетронды почтаны ұсыну;
- мультимедиалық файлдарды тарату;
- телевизиондық қызмет пен файлдарды жүктеу қызметін қосатын мультимедиалық тарату;
- бейнелік ағын;
- VoIP және жоғары сапалы конференциялар;
- Ұялы құрылғылар арқылы онлайн ойындар мен әртүрлі типтегі терминалдар;
- Жоғары жылдамдықпен реквизит жіберетін мобильдік төлемдер.

Қазіргі таңда LTE стандартының желісі әлемнің 80–нен астам елдерінде қолданылуда және олардың саны қарқынды түрде өсуде [28].

## 1.3 LTE технологиясының негізгі параметрлері

LTE стандарты аса ыңғайлылы эфирлі интерфейске ие. Желінің түрі мынадай атауға ие – E–UTRAN – Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (дамушы радиоқабылдаудың әмбебап жер бетіндегі желісі). Төменде LTE технологиясының негізгі параметрлері көрсетілген.

1. Көптік ашық пайдаланудың технологиясы:
- тікелей арна (Downlink – DL) – OFDMA;
- керіарна (Uplink – UL) – SC–FDMA;
2. Жұмыс жиілігінің диапазоны: 450 МГц; 700 МГц; 800 МГц; 2,1 ГГц; 2,4 – 2,5 ГГц; 2,6 – 2,7 ГГц.

Биттік жылдамдық:
- тікелей арна (DL) MIMO 2TX×2RX: 100 – 300 Мбит/с;
- керіарна (UL): 50 – 172,8 Мбит/с.

Радиоарна жолағының ені: 1,4 – 20 МГц.

Ұяшық радиусы: 5 – 30 км.

Ұяшық сыйымдылығы (қызмет көрсетілетін абоненттер саны):
- 200 аса абоненттер 5 МГц жолағында;
- 200 аса абоненттер 5 МГц–тен жоғары жолағында.

Жылжымалылық: орын ауысу жылдамдығы 250 км/сағ дейін.

MIMO параметрлері:
- тікелей арна (DL): 2TX×2RX, 4TX×4RX;
- керіарна (UL): 2TX×2RX.

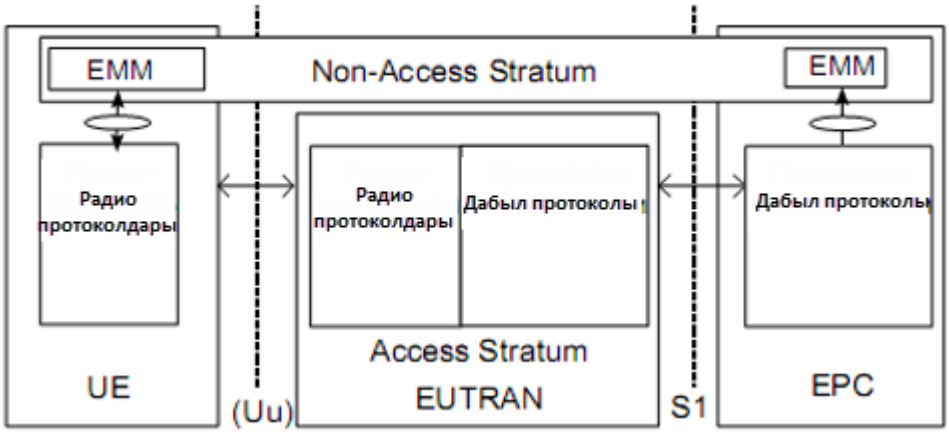
Кідіру (latency): 5мс.

Модуляцияның қабылданатын түрлері:
- тікелей арна (DL): 64 QAM, QPSK, 16 QAM.
- керіарна (UL): QPSK, 16 QAM.

Дуплексті арналар бөліну: FDD, TDD [28].

## 1.4 LTE технологиясының желілік сәулеті

LTE желісі құрылғанда негізгі назарды ұялы дестелік трафикті қамтамасыз ету, қысқа уақыт аралығында дестені жеткізу мен қызмет көрсетудің жоғары сапасына аударған. LTE әзірлеушілерінің басты мақсаты желі құрылымын барынша қарапайым етіп, әрі 3G UMTS жүйесіне тән қосалқы желілік протоколдарды болдырмау.




1.1 Сурет – LTE желісінің жалпылыма құрылымы

LTE стандартының сәулетінде желілік әрекеттесу екі түйіндер арасында болады, олар: (eNB) базалық станциясы мен өзінеде желілік GW (Geteway) шлюзі бар мобильдікті басқаратын (MME) блогы.

Физикалық деңгейде LTE желісі екі компоненттен тұрады: E–UTRAN радиодоступ желісі және SAE (System Architecture Evolution) базалық желісі.

E–UTRAN желісі eNB базалық станцияларынан тұрады. Базалық станциялар толық байланысты желінің элементі болып табылады және өзара «әрқайсысы–әрқайсысымен» принципы бойынша байланысқан. Коммутация дестелерін құру приципі бойынша әр eNB–да SAE базалық желісімен S1 интерфейсі болады.

LTE желісінің құрылысының мысалы ретінде 1.1 – суретте көрсетілген сұлба қызмет көрсете алады.

LTE–нің eNB желісінде келесі функциялар жатады: радиоресурстармен басқару, қолданбалы мәліметтердің ағынының шифрлануы, қызмет етуші шлюзге бағытталған бойымен мәліметтер пакеттерінің қолданбалы жазықтығында бағытталуы, шақырушы және берілуші ақпаратты тарату, қозғалғыштықты басқаруы үшін есептерді құрастыру және өлшеу. LTE желісін жоспарлау үшін транспорттық желілерінің және E–UTRA радиоқатынау желісінің шешімі қандай жағдайда құрылғанын анықтау керек.

2G/3G желісінің қызметтерімен салыстырғанда LTE желісінің қызметтері кең спектрге ие болады. Бірінші кезекте бұл желінің жоғары өткізу қабілеттілігімен және мәліметтер жіберудің жоғарылатылған жылдамдығымен байланысты, және де «бәрі IP арқылы» тұжырымдамасына сәйкес. LTE желісі ұсынатын басты қызметтері болып мыналар табылады:

– сөздердің дестелік таратылуы;
– интернет – файлдардың жіберілуі;
– электрондық почтаның жеткізуі;
– мультимедиа хабарламаларын жіберу;
– файлдарды жүктеу қызметтерін, телевизиондық және ағындық қызметтерін атқаратын мультимедиалық хабар таратуы;

– VoIP және жоғары сапалы видеоконференциялар;

– жылжымалы және әр түрлі түрлерді белгіленген терминалдар арқылы онлайн – ойындар;

– реквизиттердің жоғары жіберуімен мобильді төлеулері және идентификациялық теңестіру ақпараттары.

LTE технологиясы үшінші және екінші кезең ұялы байланыс желісі эволюциясының негізгі бағыты болып табылады. LTE базалық станциядан пайдаланушыға мәліметтерді жеткізуде 326,4 Мбит/с, кері бағытта секундына 172,8 Мбит теориялық жылдамдықпен қамтамасыз етеді [3].

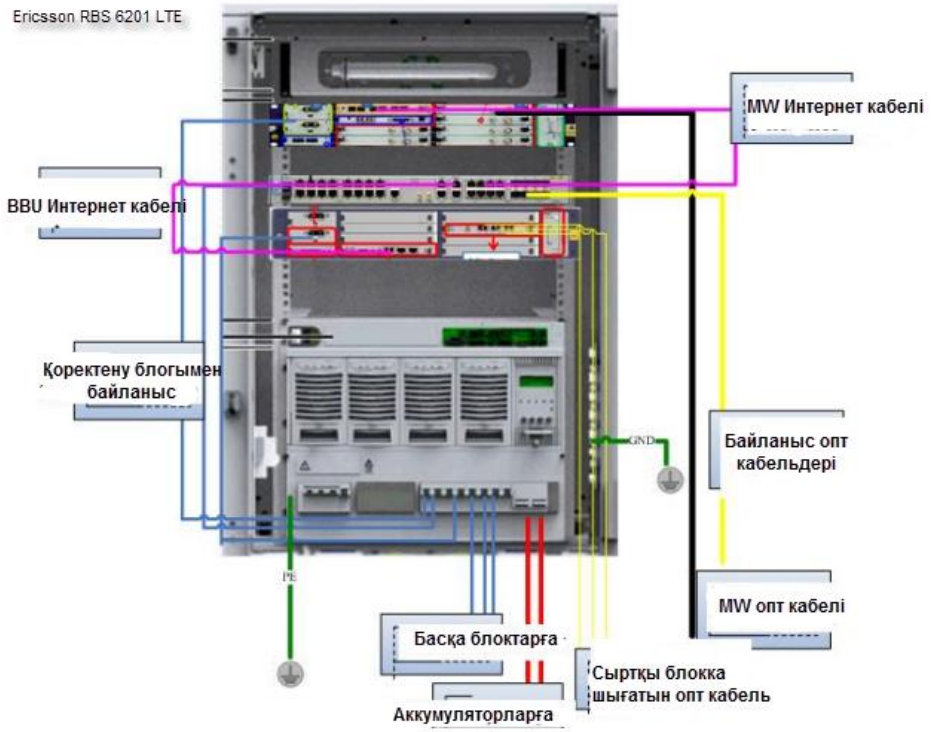
# 2 LTE ЖЕЛІСІН ҚҰРУ ҮШІН ҚҰРЫЛҒЫНЫ ТАҢДАУ

## 2.1 Ericsson RBS 6201 LTE үшсекторлы базалық станциясы, фидері және қорек көзі блогы

"Kcell" компаниясы жүргізген және сәтті өткен LTE технологияларын алдын–ала тексеріліп, қазіргі кезде Астана қаласында бірінші қызмет көрсетуін бастады. Қазақстан аумағында біраз жыл бойынна оператор болған бұл компания бұқара нарығында Интернетті таратуды жеделдетуді көздейтін Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі стратегиялық даму бағдарламасына сәйкес, абоненттерге заманауи мобильді кеңжолақты қызметтерін ұсыну жолында еңбек етуде. Мұндай қызметтерді мәліметтерді жоғары жылдамдықпен және төмен кедергілермен жеткізу стандартының бірегей мүмкіндіктерінің арқасында LTE желісінде іске асыруға болады. Ал желіні іске қосу үшін жоғары жиілікті диапазонды (900 МГц) пайдалану операторға тарқатудың барынша аумағын ең тиімді түрде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Тұтынушылар қалаған жерде және қалаған кезде қолжетімді болатын корпоративті тапсырыс берушілерге ең тиімді қызметтердің және жоғары шешімді бейне, музыка, көп тұтынушылық бейнеойындар секілді сан–алуан кеңжолақты мультимедиялық қызметтердің пайда болуын күтуіне болады.

Ericsson технологи өндіруші компания болып табылады, және қазіргі кезде жоғары басымдылыққа ие. Әлемнің көптеген жетекші мобильді операторлары осы технологияны пайдаланады. Бұл жобада базалық станция ретінде Ericsson RBS 6201 LTE түрі таңдалды. Бұл базалық станция GSM, WCDMA, LTE стандарттарының кез–келген комбинацияларымен жабдықталған. Кіші өлшемі мен алатын орнының аздығына байланысты, тасымалдау, орнату және қойған орнына толейтін ақысы аз болып, кететін шығынды азайтады. Осы кезге дейінгі өзегрістер нәтижесінде, Ericsson RBS 6201 LTE базалық станциясы алдындағы моделдерімен салыстыра қарағанда кіші көлемге ие болып әрі сыйымдылығы төрт есе ұлғайды.

2.1 Сурет – Ericsson RBS 6201 LTE модернизация нәтижесі




2.2 Сурет – «Ericsson RBS 6201 LTE» базалық станциясының құрылысы

Үстіңгі жағында тік орнатылған baseband–unit – негізгі станцияның төмен жиілікті бөлігі, радиотрансиверлермен басқарушы компьютер. Оның астынды – eNodeB LTE үшсекторлы конфигурациясын құрастыратын Ericsson RBS 6201 LTE үш модулді радиотрансивері.

Ericsson RBS 6201 LTE «кабинет түріндегі» (indoor үшін) базалық станцияның жоғарғы пернетақтасына фидердің және GPS–антенның қосылуы үшін тіркеуіш шығарылған [27].

2.3 Сурет – Фидердің Ericsson RBS 6201 LTE базалық станциясынан таратылуы

Бұл антенаға фидер ретінде оптикалық ОКС кабелін пайдаланамыз. Бұл жобада оптикалық кабельдің 3 түрі қолданылады: топырақта аралық төсем үшін, аспалы және канализацияда аралық төсем үшін.

2.4 Сурет – Фидердің Ericsson RBS 6201 LTE базалық станциясынан таратылуы

2.1 К е с т е – Оптикалық фидерінің техникалық мінездемелері

| Параметрлері | Кабіл төселуінің түрі |
|---|---|
| | аспалы |
| 1 | 4 |
| Кабіл маркасы | ОКА–Т |
| Оптикалық талшық саны | 4 – 24 |
| Компания | Fujikura |
| Талшық түрі | ОМ |
| Модульдер саны мен түрі | 1 (метал.) |
| Модуль диаметрі, мм | 3,0 – 6,0 |
| Корделя саны/диаметрі | –/3,0 – 6,0 |
| Кабілдің сыртқы диаметрі, мм | 18,5 |
| Кабіл массасы, кг/км | 540 |
| Қоршаған ортаның жұмыс температурасы, °С | –60 – +60 |
| Кабілдің минималды иілу радиусы, мм | 300 |
| Рұқсат етілген созушы күш, кН | 3,5 – 7,0 |
| Жабдықтаудың ұзындығы, км | 2,0 |

Базалық станция қорегінің аппаратурасы – үстінде түзеткіш, төменінде бірнеше сағат ағымында сайттың үздіксіз қорегін қамтамасыз етуге қабілетті аккумуляторлық батареялардың блогы. Тұтыну қуат –> 3 кВт (бұл барлық сайт, 2G жабдықты қоса алғанда).

2.2 Ericsson–LG ES–3026P коммутаторы

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

LTE жылжымалы желісін қамтамасыз ету үшін Ericsson–LG ES–3026P коммутатор пайдаланады. Ericsson–LG ES–3026P коммутаторы, бекітілген кескінмен және мүмкіндікпен біріктіру. Биіктігі 1U, 24 порт 10/100 тіркеуіштермен RJ–45, 2 порттар 10/100/1000 RJ–45 және 2 Combo–порты. AC орынына DC Ericsson–LG ES–3026P –ішкі қоректенуі бар болады.

Сипаттамасы:

Коммутацияның сыйымдылығы: 12,8 Гбит/с, 24 порт, 17,6 Гбит/с, 48 порт.

Стек қосуын шинада өткізу жолағы: 4 Гбит/с.8 мың MAC–адрестер.

Физикалық өлшемдері: 17,32 х 9,05 х 1,73 дюйм, 44 х 23 х 4,4 см (Ені х Тереңдігі х Биіктігі) [30].

## 2.3 Ericsson MBR L21 4G LTE Mobile Broadband Router маршрутизаторы

Ericsson MBR L21 4G LTE Mobile Broadband Router (2.5 – сурет) – 2G, 3G, LTE сымсыз желілері үшін жылжымалы маршрутизатор. Бұл басқару, бақылау және кескіндеуді қамтамасыз ететін жоғарғы өнімділікті және конвергент желілерінде үздіксіз маршрутизациямен көп сервистік жол көрсетушілерін ұсынады. Маршрутизатор келесі ұрпақтың қызмет көрсететін конвергент желілерінде инфрақұрылымды құруға мүмкіндік бергеді. Ethernet өзіндік IP/MPLS масштабталатындық, тоқтамаушылық және өнімділігі бар кепілді қызмет сапасы және үнемділікті тіркестіреді.

Оның өткізгіштік қабілеті бес нұсқаларда шығарылып 90 гбит/с–тан 7, 2 Тбит /с жылдамдыққа дейін маршрутизациялық қызмет көрсетеді, әр түрлі ауқым желілеріндегін қолдану үшін тиімді шешімдер құруға мүмкіндік береді.

2.5 Сурет – Ericsson MBR L21 4G LTE Mobile Broadband Router маршрутизаторы

Ericsson MBR L21 4G LTE Mobile Broadband Router маршрутизаторыныңнегізгі сипаттамалар:

– Жоғарыөнімді (14RU шассиже 2 Тбит/сдейін), масштаб жасалатын сервис маршрутизаторы;

– әртүрлі көлемдерменүлгілі;

– Интернет–қатынаудыңжаңақызметтеріжәне VPN MPLS;

– Икемді туннелдеужәне IP PPP/FR/ATM/IMA/HDLC;

– Қызметтермен, диагностикамен және биллингпен қуатты басқару жүйесі;

– Сызықтық жылдамдығы бар пакеттердің икемді сүзілуі;

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

– SDH/ATM/CES дейін интерфейстердің толық алуы;

– Қондырылған ішкі антеннасы бар;

– Интернетке тікелей қосу.

2.4 ASN Samsung бақылауыш – шлюзы

LTE жылжымалы желісін бақылауыш ретінде аутентификацияның сессияларымен және жылжымалы станциялармен кілттерді басқаратын ASN Samsung, ACR Standard шлюздарды пайдаланады,. Ол қара тізімдердегі жылжымалы станцияларына қарсы үдетілген қауіпсіздік өлшемдерін ұсынады, зиян түйіндерінің Access Control List қолданатын басқару сигнал жылдамдығына шек қояды, сонымен бірге жалған пакеттердің пайда болуының алдын алады. QoS функциясын, зарядтауды, жылжымалы станцияны тұрған жерін іске асырады. Операторларға өзінің тұтынушылар базасын кеңейтуге және сақтауға көмектеседі және де апаттан құтқару сервисін ұйымдастыруды қолдайды. ASN512 байт пакеттің өлшемімен 7.8 Гбит/с өткізгіштік қабілетті қолдайды.

2.5 Katherin фирмасының секторлы антеннасы

Kathrein фирмасы шығарылатын антенналарды ұялы байланыстың желілері үшін кең спектрімен орналастырады. Бұл компанияның өнімін ерекшелейтін:

– ықшам өлшемдер;

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

– жұмыс диапазондарын мол тандау мүмкіндігі [26].

742 215 65° Panel Antenna –Kathrein Scala Division антенасы Ericsson RBS 6201 LTE базалық станциялар үшін секторлы антенналарының сапасында таңдалған. Таңдалған антенаның техникалық мінездемелері 2.2 – кестеде

2.2 К е с т е – Антенаның техникалық мінездемелері

| Параметрлері | Мағынасы |
|---|---|
| Жиіліктің жұмыс диапазоны, МГц | 791–862 |
| Поляризация | +45°, –45° |
| Желдің әсер ететін күші (150 км/сағ) жылдамдығында, алды/жаны/арты, кг | 35,8 / 9,5 / 35,8 |
| Тік жазықтықта | 68° |
| Көлденең жазықтықта | 7,1° |
| күшейту, дБ | 17,7 |
| Бағыттау диаграммасы | ±120° |
| Сәуленің электрлік бұрышы | 0°–10° |
| Толқындық кедергі, Ом | 50 |
| Температурның жұмыс диапазоны, °С | –55…+70 |
| Өлшемдері, ұзындық х ен х тереңдік, мм | 1314х155х70 |
| Салмағы, кг | 6,2 |
| Кіріс ұяшығы | 2 х 7–16 |

2.6 Сурет – Katherin фирмасының секторлы антеннасы

## 2.6 Радиорелейлік байланыс жолдары мен БС арасына арналған құрылғы

Бір Node B жамылғы аймағынан басқа жамылғы аймағына абоненттік станциялардың орын ауыстыруы салдарынан базалық станциялар арасындағы байланыс тұрақты болуы керек. Нәтижесінде барлық станциялар, орталық станция ретінде қойылған бір станцияға жалғанып, содан кейін әдеттегідей үлкен ағын базалық станция контроллеріне жіберіледі.

Станциялар арасындағы байланысты ұйымдастыру үшін радиорелейлік жүйе принциптерін қолданады. Жоспарланып отырған РРЛ желінісін құру үшін, қала маңы болса да халық тығыз орналасқандықтын әрі өткін ұзақтығын үлкен емес деп қрастыра отырып 5.6 ГГЦ жиілігі таңдалды.

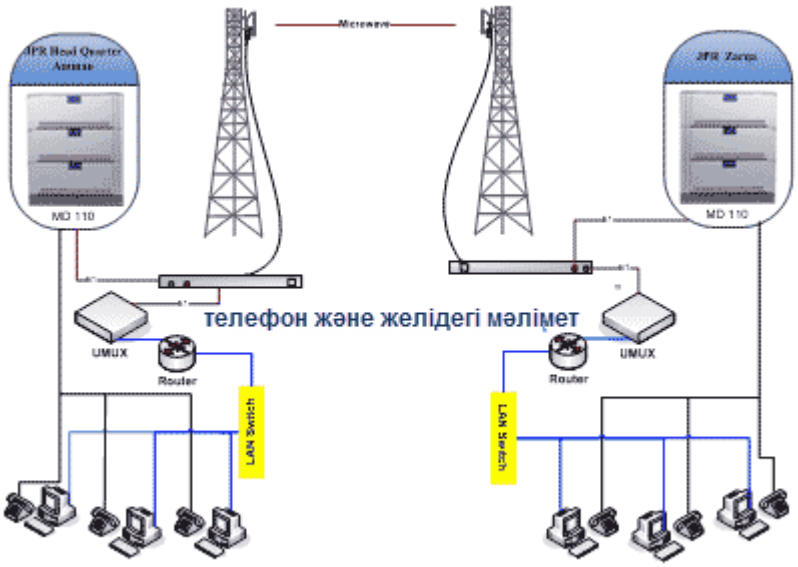
РРЛ құрылғысы ретінде Ericsson Mini–Link НС таңдаймыз.

Техникалық параметрлері 2.3 кестеде көрсетілген.

2.3 К е с т е –Mini–Link НС, Ericsson техникалық сипаттамалары

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

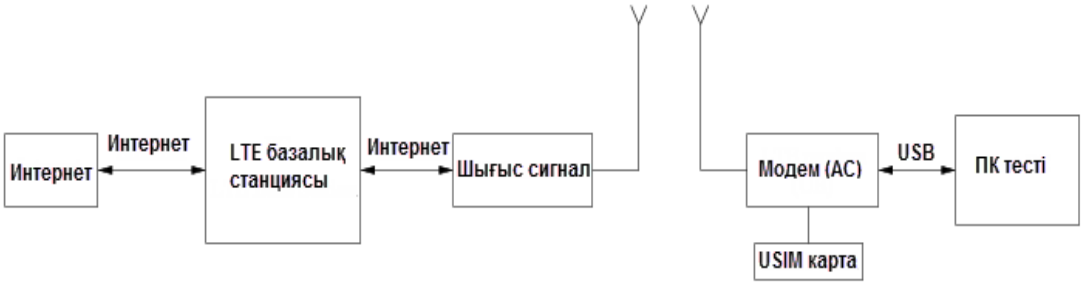
MINI–LINK НС жоғары өткізу қабілеті мен нүкте мен нүкте радиоарнасын ұйымдастыру мүмкіндігіне ие. Ұялы байланыстың қалалық желілері станциялардың арасындағы шағын ұшып өту ұзындығына сүйене отырып РРЛ аралық жобаланатын желіде 5.6 ГГц жиілікте тұрғызылады. РРЛ үшін жабдық сапалы Ericsson: Mini–Link НС фирмасының өнімін таңдаймыз. MINI–LINK НС (STM–1) 155 Мбит/с жылдамдықпен 5–38 ГГЦ жиіліктерде жұмыс істейтін радиорелейлік жолдарды ұйымдастыру үшін қолданылады. Бұл биік өткізгіштік қабілетпен нүкте радиоарналардың ұйымына арналған икемді мүмкіндіктерді береді [5].




2.7 Сурет – Ericsson Mini–Link HC базалық станциямен және өзара байланысу сұлбасы

2.7 Қызмет ұсынылатын абоненттік станция

LTE 4G USB модемі – LTE технологиясының базасында жұмыс істейтін абоненттік станция. Интернетке қосылу үшін ең қолайлы және оңай тәсіл. USB интерфейсі бар, LTE 4G қолдайтын сымсыз модем қамту аймағының кез келген жеріңде және кез келген уақытта жоғары жылдамдықты интернетке қатынауды қамтамасыз етеді. Ақпарат жіберудің максималды жылдамдығы 70/40 МБит/сек (UL/DL) LTE технологиясының базасында жұмыс істейтін абоненттік станция 2.8 – суретте көрсетілген.




2.8 Сурет – USB–модем құрылымдық сұлбасы

## 3 ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ

### 3.1 LTE технологиясына талдау

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

– Жоспарланғалы тұрған аймақты халық тығыздығына байланысты кластерлерге бөлу;

– максималды қамту аймағын қалыптастыру;

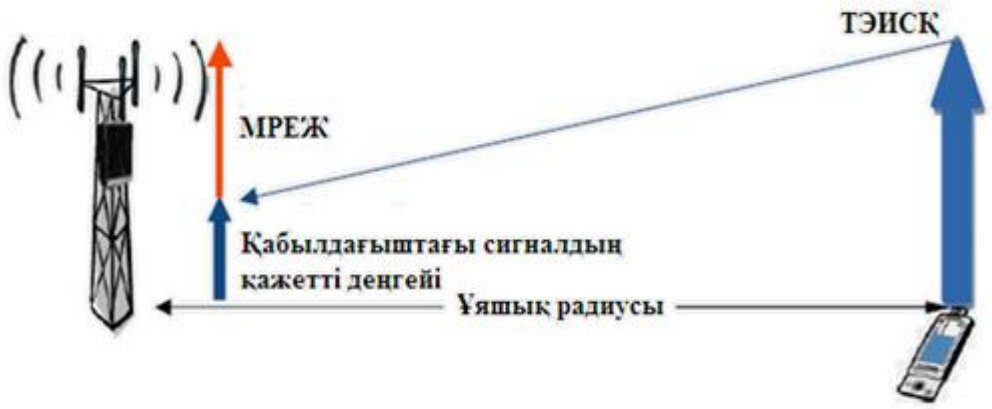
– қажет ететін сыйымдылықты қамтамасыздандыру.

LTE радиожелісін жобалау абоненттер тығыздығы орташа (қала маңы) аймақта жоспарланғандықтан барынша үлкен аумақты қамту үшін базалық станциялар мүмкіндігінше бір–бірінен алыс қашықтықта орналасуы керек. Осыған байланысты сәйкес жиілік диапазонын таңдау қажет. Жиілік мейлінше төмен болса, радиодабылдың таралуы алысырақ қашықтықта болады, бірақ приоритет үлкен жиілікке беріледі. Яғни бұл жағдайда 791 – 862 МГц жиілік диапазонын таңдаған тиімді. Дуплекс түрі ретінде жиіліктік – FDD таңдалады [6].

### 3.2 Махамбет аумағында LTE желісі үшін қамту аумағын есептеу

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

МРЕЖ есептеу ұстанымы 3.1 суретте көрсетілген.




3.1 Сурет – МРЕЖ есептеу ұстанымы

Есептеу барысында келесі параметрлерді қолданамыз:
– жүйелік жолақ: 20 МГц; для FDD = 10/10 (DL/UL);
– eNB – әр секторда бір TRX, шығыс қуаты TRX = 60 Вт (48 дБ);
– UE – абоненттік терминал – USB–модем, 5–класс ТЭИСҚ 33 дБ;
– кадрлар ұзақтығының сәйкестігі DL/UL: 100%/100%.

Максималды рұқсат етілген жоғалтулар келесі формуламен анықталады:

$$L_{\text{МРЕЖ}} = P_{\text{эиик.тар}} - S_{\text{с.қаб}} + G_{\text{А.қаб}} - L_{\text{Ф.қаб}} - M_{\text{ену}} - M_{\text{кед}} - M_{\text{з}} + G_{\text{хо}} \qquad (3.1)$$

Мұндағы: $P_{эиик.тар}$ – таратқыштың эквивалентті изотроптық сәулелену қуаты;

$S_{\text{с.қаб}}$ – таратқыштың антеннаның сезімталдылығы;

$G_{\text{А.қаб}}$ – таратқыш антеннасының күшейту коэффициенті, $G_{\text{А.прд}}$= 17,7 дБ,

$L_{\text{Ф.қаб}}$ – таратқыштың фидеріндегі жоғалтулар, $L_{\text{Ф.прд}}$: DL = 0,3 дБ;

$M_{\text{ену}}$ – ауылдық жерлерде дабылдың ғимаратқа ену қоры, $M_{\text{прон}}$ = 12 дБ;

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

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

$P_{\text{эиик.тар}}$ мына формуламен анықталады:

$$P_{\text{эиик.тар}} = P_{\text{шығ.тар}} + G_{\text{А.тар}} - L_{\text{ф.тар}}, \qquad (3.2)$$

мұндағы: $P_{\text{шығ.тар}}$ – таратқыштың шығыс қуаты.LTE–де $P_{\text{шығ.тар}}$ 1,4–20 МГц аралығында тербеле алатын (DL) «төмен» сызығында сайттың жиілік жолағының жалпақтығына тәуелді. 5 МГц–ке дейін қуаты 20 Вт (43 дБ) болатын таратқыш, ал 5 МГц–тен жоғары қуаты 60 Вт (48 дБ) болатын таратқыш таңдау керек.

$P_{\text{шығ.тар}}$= 48 дБ,

DL байланыс сызығы үшін:

$P_{\text{эиик.тар}}$ = 48 + 17,7 – 0,3 = 65,4 (дБ),

UL байланыс сызығы үшін:

$P_{\text{эиик.тар}}$= 33 (дБ).

$S_{\text{с.қаб}}$ мына формуламен анықталады:

$$S_{\text{с.қаб}} = P_{\text{қаб.жш}} + M_{\text{қаб.сш}} + L_{\text{қаб}}, \quad (3.3)$$

мұндағы: $P_{\text{қаб.жш}}$ – қабылдағыштың жылулық шуылының қуаты:

DL = –174,4 дБ, UL = –104,4 дБ;

$M_{\text{қаб.сш}}$ – қабылдағыштың талап етілген дабыл/шуыл қатынасы. $M_{\text{қаб.сш}}$ шамасы «Enhanced Pedestrian A5» арнасының үлгісі үшін алынған. $M_{\text{қаб.сш}}$:

DL = –0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

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

DL байланыс торабы үшін:

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

UL байланыс торабы үшін:

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

(3.2) және (3.3) формулалардан алынған нәтижелерден МРЕЖ шамасын есептейміз:

DL байланыс торабы үшін:

$L_{\text{МРЕЖ}}$ = 65,4 –(–167,64) – 12 – 6,4 – 8,7 – 1,7 = 204,24 (дБ),

UL байланыс торабы үшін:

$L_{\text{МРЕЖ}}$ = 33 – (–101,29) + 17,7 – 0,4 – 12 – 6,4 – 8,7 + 1,7 = 126,5 (дБ).

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

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

LTE 900 (қала маңы):

$$R = 10^{\frac{L - 63{,}35 + 13{,}82\lg H_{БС} - 27{,}72\lg F + 2\left(\frac{\lg F}{28}\right)^2 + (1{,}1\cdot\lg F - 0{,}7)\cdot H_{МС}}{(44{,}9 - 6{,}55\lg H_{БС})}}, \quad (3.4)$$

мұндағы: $f_c$ – 900 МГц жиілік;

$h_t$ – таратушы антенаның биіктігі (eNB) (30–300)$\cdot 10^{-3}$ км;

$h_r$ – қабылдаушы антенаның биіктігі (қозғалмалы құрылғының антеннасы) ( 1–10 )$\cdot$ $10^{-3}$ км;

$d$ – ұяшық радиусы (1–15)$\cdot$ $10^{-3}$ км;

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

Есептеулер жүргізу үшін келесі параметрлерді таңдаймыз:

$f_c$ = 900 МГц;

$h_t = 30 \cdot 10^{-3}$ км;

$h_r = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ км.

(3.4) және (3.5) формулаларынан ұяшық радиусын анықтаймыз:

$$d = 10^{0{,}612} = 4{,}09 \text{ км}$$

$$R = 4{,}09 / 2 = 2{,}04 \approx 2 \text{км}$$

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

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8} \cdot d^2, \tag{3.5}$$

$$S_{eNB} = 9\frac{\sqrt{3}}{8} \cdot 2^2 \approx 7{,}8 \text{ (км}^2\text{)}.$$

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

3.3 Махамбет қала маңы аумағында eNB–ның жиілікті – аймақтық бөлінуі және жағдайға байланысты орналастырылуы

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

Ең алдымен елдімекен аумағына базалық станцияны орнату қажет. Жобаның мақсаты елдімекен аумағына түгелдей радиоқамту жасау болып табылады. Махамбет елді мекені ауданы 15,6 км$^2$ болғандықтан 4 eNB базалық станция жетіп артады. Базалық станция орналастырылуының бейнесі ҚОСЫМША Б – да көрсетілген.

Барлық eNB келесі сипаттамаларға ие болады:

– әр таратқыштың қуаты – 60 Вт;

– антенаның биіктігі – 20 м;

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

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

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

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

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

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

## 3.4 Желінің өткізу қабілетін есептеу

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

Мобильді байланыс жүйелерінің спектральды тиімділігін мәлімет тарату жылдамдығының $1\cdot 10^{-6}$ МГц қолданылатын жиіліктер жолағына есептейтін көрсеткішпен анықталады. Спектральды тиімділік жиіліктік ресурсын қолдану тиімділігінің көрсеткіші болып келеді және берілген жиілік жолағындағы ақпарат тарату жылдамдығын сипаттайды.

Спектральды тиімділік нақты географиялық аймақтағы (ұяшық, аумақ) желідегі барлық абоненттердің тарату жылдамдығының $1\cdot 10^{-6}$ МГц жиіліктер жолағына желінің максимальды өткізу қабілеттілігінің бір жиіліктік арна жолағы еніне қатынасы ретінде де есептелуі мүмкін.

LTE желісінің MIMO әртүрлі конфигурациясы үшін 3GPP Release 9 негізінде FDD дуплексті жиілік типіне жиілік жолағы ені 20 МГц болған кезде орта спектральды тиімділік 3.2 кестесінде көрсетілген.

3.2 К е с т е – LTE желісіне арналған орташа спектральды тиімділігі

| Сызық | Сұлба | орташа спектральды тиімділік |
|---|---|---|
| UL | 1×4 | 1,829 |
| DL | 4×2 | 3,43 |

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

$$R = S \cdot W, \tag{3.6}$$

мұндағы: $S$ – орташа спектральды тиімділігі ;
$W$ – арна ені (МГц); $W$ = 10 МГц.

DL байланыс торабы үшін:

$R_{DL}$ = 3,43 · 10 = 34,3 Мбит/с.

UL байланыс торабы үшін:

$R_{UL}$ = 1,829 · 10 = 18,29 Мбит/с.

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

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} \cdot 3 \tag{3.7}$$

DL байланыс торабы үшін:

$R_{eNB.DL}$ = 34,3·3 = 102,9 Мбит/с.

UL байланыс торабы үшін:

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

3.5 Потенциалдық абоненттердің санын есептеу

Келесі кезеңде жоспарланатын LTE желісіндегі ұяшықтар санын анықтаймыз.

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

$$N_{\text{а}} = \left[\frac{\Delta f_{\Sigma}}{\Delta f_{\text{к}}}\right], \tag{3.8}$$

мұндағы: $\Delta f_{\Sigma}$ – 71 МГц–ке тең және желі жұмысына бөлінген жиілік жолағы: $\Delta f_a$ – бір радиоарнаның жиілік жолағы;

LTE желісінде радиоарна астында ресурсты блок РБ деген түсінік анықталады, оның $180 \cdot 10^{-3}$ МГц, $\Delta f_{\text{а}} = 180 \cdot 10^{-3}$ МГц ені бар.

$$N_{\text{а}} = \frac{71000}{180} \approx 394(\text{арналар})$$

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

$$N_{\text{а.сек}} = \left[\frac{N_{\text{к}}}{(N_{\text{кл}} \cdot M_{\text{сек}})}\right], \quad (3.9)$$

мұндағы: $N_к$ – жалпы арналар саны;

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

$M_{сек}$ – eNB секторлар саны, 3.

$$N_{\text{а.сек}} = \left[\frac{394}{(3 \cdot 3)}\right] \approx 43(\text{арналар})$$

Бір ұяшықтың бір секторындағы трафиктің $N_{та.сек}$ арналар санын анықтаймыз. Трафиктің арналар саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{\text{та.сек}} = N_{\text{та1}} \cdot N_{\text{а.сек}}, \quad (3.10)$$

мұндағы: $N_{та1}$ – бір радиоарнадағы радиоқатынаудың (OFDMA үшін $N_{та1}$ = 1...3) стандартымен анықталатын трафиктің арналар саны;

LTE желісі үшін $N_{та1}$ = 1 таңдаймыз.

$$N_{\text{та.сек}} = 1 \cdot 43 \approx 43 \text{ (арналар).}$$

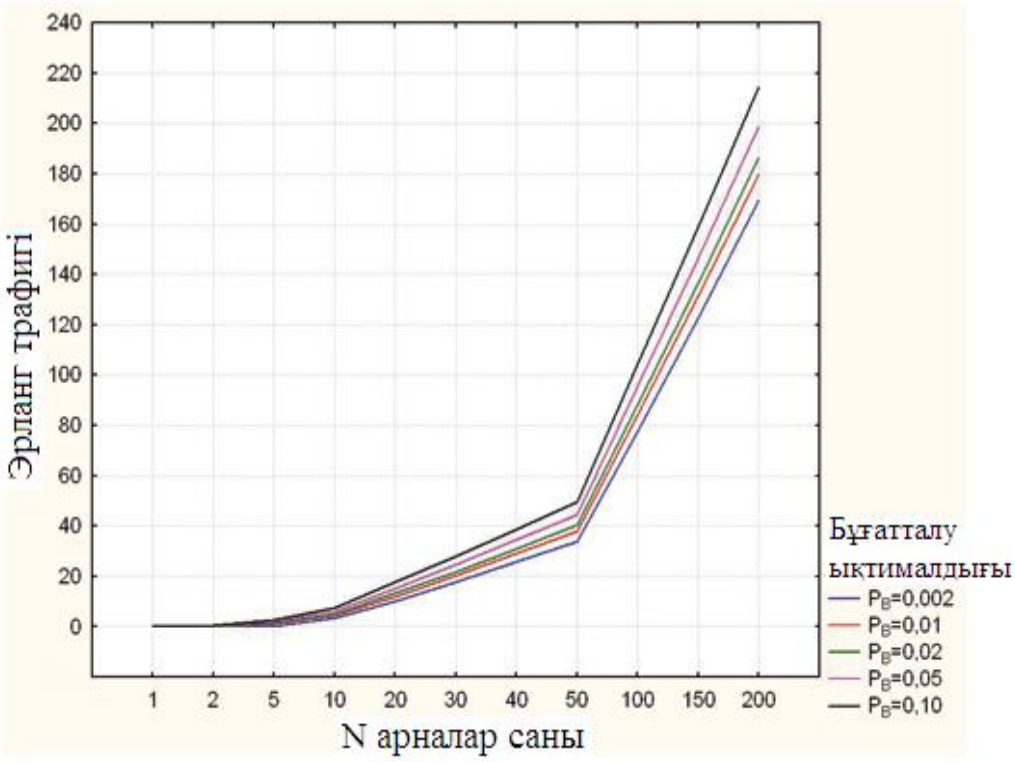
3.2 суреттегі график түрінде көрсетілген Эрланг моделімен сәйкес бір ұяшықтың секторындағы $A_{сек}$ бұғатталу ықтималдылығының рұқсатты мәні 1%–ке тең және жоғарыда есептелген $N_{та.сек}$ мәні кезінде рұқсатты жүктемені анықтаймыз. $A_{сек}$ = 50 Эрл.

Бір eNB қызмет көрсететін абоненттер саны мынадай формуламен анықталады:

$$N_{\text{аб}.eNB} = M_{\text{сек}} \cdot \left[\frac{A_{\text{сек}}}{A_1}\right], \quad (3.11)$$

мұндағы: $A_1$ – бір абоненттен абоненттік жүктеме трафигі түрлерінің орташасы; $A_1$ мәні (0,04...0,2) Эрл–ты құрауы мүмкін. Жобаланатын желі жоғары жылдамдықты ақпарат алмасу үшін қолдануға жоспарланатындықтан, $A_1$ мәнін 0,2 Эрл деп аламыз. Сондықтан:

$$N_{\text{аб}.eNB} = 3 \cdot \left[\frac{50}{0{,}2}\right] \approx 750 \text{ (абонент)}.$$




3.2 Сурет – Трафиктің сектордағы арналар санының рұқсат етілген жүктемесі және бұғатталу ықтималдылығы арасындағы тәуелділігі

Жоғарыда алынған мәндерді пайдалана отырып базалық станциялардың санын есептейміз.

Базалық станциялар саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{eNB} = \left[\frac{N_{\text{аб}}}{N_{\text{аб}.eNB}}\right] + 1 \qquad (3.12)$$

мұндағы: $N_{аб}$ – абоненттер саны.

$$N_{eNB} = \left[\frac{2623}{750}\right] + 1 \approx 4\ (eNB).$$

Потенциалдық абоненттер санын барлық тұрғындардың 30% ретінде анықтаймыз. Махамбет қала маңының барлық тұрғындарының саны 8743 адам. Яғни, потенциалдық абоненттер санын 2623 адам құрайды.

Жобаланатын желінің жобаланатын орташа $R_N$ өткізу қабілеттілігін анықтау үшін eNB базалық станциялар санын әр eNB базалық станцияның орташа өткізу қабілеттілігіне көбейту арқылы анықтаймыз:

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) \cdot N_{eNB}\,, \qquad (3.13)$$

$R_N$ = (102,9 + 54,87)·4 ≈ 631,08 (Мбит/с).

Ары қарай жобаланатын желі сыйымдылығының бағасын береміз де есептелгенімен салыстырамыз. ЕҮЖС (ең үлкен жүктеме сағаты)–дегі бір абоненттің орташаланған трафигін есептейміз:

$$R_{\text{т.ЕҮЖС}} = \frac{\text{Т}_\text{т} \cdot q}{N_{\text{ЧНН}} \cdot N_\text{д}}, \qquad (3.14)$$

мұндағы: $T_m$ – бір айдағы бір абоненттің орташа трафигі,
$T_m$ = 20 Гбайт/ай;
$q$ – коэффициент ауылдық жерлер үшін, $q$ = 2;
$N$ – бір күндегі ЕҮЖС саны, $N_{ЕҮЖС}$ = 6;
$N_к$ – бір айдағы күндер саны, $N_к$ = 30.

$$R_{\text{т.ЕҮЖС}} = \frac{20 \cdot 2}{6 \cdot 30} = 0{,}22 \text{ (Мбит/с)}$$

ЕҮЖС–дегі жобаланатын желінің жалпы трафигін $R_{жалпы/ЕҮЖС}$ келесі формуламен анықтаймыз:

$$R_{жалпы./ЕҮЖС} = R_{т.ЕҮЖС} \cdot N_{акт.аб}\,, \qquad (3.15)$$

мұндағы: $N_{акт.аб}$ – желідегі белсенді абоненттер саны; желідегі белсенді абоненттер санын барлық потенциальды $N_{аб}$ абоненттер санының 80% ретінде анықтаймыз, яғни $N_{акт.аб}$ = 2098 абонент.

$R_{жалпы./ЕҮЖС}$ = 0,22·2098 = 461,56 (Мбит/с).

Яғни, бұл жағдайда $R_N > R_{жалпы./ЕҮЖС}$. Бұл жағдай жобаланатын желі ЕҮЖС–дағы жүктемеден асып кетпейтінін көрсетеді.

Бұл бөлімшеде MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған (Ә ҚОСЫМШАСЫ).

3.6 Байланыстың тұрақтылығын есептеу

Тыну қоры мына формуламен есептеледі:

$$F_t = SG + G_{тар} + G_{каб} - L_0 - 2 \cdot \eta \qquad (3.16)$$

мұндағы: $SG$ – жүйенің күшейту коэффициенті;

$\eta$ – антенна–фидерлік жолдың ПӘК–і;
$G_{тар}$, $G_{қаб}$ – қабылдау–тарату антеннасының күшейту коэффициенті;
$L_o$ – кеңістіктегі радиотолқынның өшуі;

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(f) + \lg(R_0)] \tag{3.17}$$

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(5{,}6 \cdot 10^3) + \lg(12)] = 139{,}879 \text{ (дБ)}$$

Сонда

$$F_t = 112{,}5 + 40 + 40 - 139{,}879 - 3 = 49{,}621 \text{ (дБ)}$$

Жаңбырдың әсерінен болатын тыңуды келесі формуламен есептеледі:

$$T_д = 10^{11.628\left[-0{,}546 + \sqrt{0{,}2912 + 0{,}172 \lg\left(0.12 \cdot \frac{A_{0.01}}{F_t}\right)}\right]} \tag{3.18}$$

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

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_э \tag{3.19}$$

$$\gamma = k \cdot R_{0.01}{}^{\alpha} \tag{3.20}$$

мұндағы: $k$ мен $\alpha$ – жиілік пен поляризацияға тәуелді коэффициенттер.

$f$=5,6 ГГц жиілік кезіндегі вертикалды поляризация үшін:

$k_в = 0{,}00032$ ; $\alpha_в = 1{,}131$

$f$=5,6 ГГц жиілік кезіндегі горизонталды поляризация үшін:

$k_г = 0{,}00036$ ; $\alpha_г = 1{,}149$

$R_{0.01}$ – 0,01% уақыт аралығындағы жаңбыр интенсивтілігі:

$R_{0.01} = 22 \ 10^{-3}$(км/сағ)

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

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

$d_э$ – трассаның тиімді ұзындығы:

$$d_э = r \cdot R_0 \tag{3.21}$$

мұндағы: $r$ – азайту коэффициенті:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R_0}{d_0}} \tag{3.22}$$

мұндағы: $d_0$ – тіректік арақашықтық:

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}} \tag{3.23}$$

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

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

Сонда

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

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

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

$$T_{д_г} = 10^{11.628\left[-0{,}546 + \sqrt{0{,}2912 + 0{,}172 \lg\left(0.12 \cdot \frac{10{,}315}{49{,}121}\right)}\right]} = 0{,}00001 \text{ (\%)};$$

$$T_{д_в} = 10^{11.628\left[-0{,}546 + \sqrt{0{,}2912 + 0{,}172 \lg\left(0.12 \cdot \frac{9{,}757}{49{,}121}\right)}\right]} = 0{,}00001 \text{ (\%)}.$$

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

Субрефракцияның әсерінен байланыстың нашарлау уақытының пайызын келесі формула бойынша жүргіземіз:

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

$$\psi = 2{,}31 \cdot A \cdot \left(P(g) - p(g_0)\right) \tag{3.24}$$

мұндағы:

$$A = \frac{1}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^{\ 3} \cdot k \cdot (1-k)}} \qquad (3.25)$$

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

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

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_o} \qquad (3.26)$$

Радиотолқындағы рефракциялы жарықтандыру шамасы $\Delta H(\bar{g})$, км:

$$\Delta H(\bar{g}) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot \bar{g} \cdot k \cdot (1-k) \qquad (3.27)$$

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

$$H(\bar{g}) = H_o + \Delta H(\bar{g}) \qquad (3.28)$$

$H(\bar{g}) = 12{,}372 + 6{,}3 = 18{,}672\ 10^{-3}$км

Алынған мәндер арқылы (3.26) өрнегін есептеуге болады:

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

Дабылдың терең тыңуындағы салыстырмалы қашықтық $P(g_o)$ келесі формула бойынша анықталады:

$$P(g_o) = \frac{V_o - V_{\min}}{V_o} \qquad (3.29)$$

мұндағы: $V_o$ – $H(0) = 0$ кезіндегі әлсіреу көбейткіші;

$V_{\min}$ – әлсіреу көбейткішінің минималды жіберілетін мәні:

$$V_{\min} = -\frac{F_t}{2} = -\frac{49{,}621}{2} = -24{,}651$$

$$V_o = f(\mu) \tag{3.30}$$

мұндағы: $\mu$ – $V_o$–ны анықтау үшін керекті параметр:

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1 - k^2)}{\ell^2}} \tag{3.31}$$

мұндағы: $\ell$ – РРЖ аралығының кедергі енінің ұзындығына қатынасы:

$$\ell = \frac{r}{R_o} \tag{3.32}$$

$$\ell = \frac{r}{R_o} = \frac{300}{45 \cdot 10^3} = 0{,}0007$$

(3.32) өрнегіне табылған мәндерді қоя отырып:

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1 - k^2)}{\ell^2}} = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{0{,}714^2 \cdot (1 - 0{,}714^2)}{0{,}0007^2}} = 29{,}515$$

Осыдан $V_o = -6$ дБ.

(3.29) өрнегі бойынша мына мәндерді аламыз:

$$P(g_o) = \frac{-6 - (-29{,}515)}{-6} = -3{,}093$$

Сонда (3.24) өрнегі:

$$\psi = 2{,}31 \cdot 0{,}561 \cdot (1{,}509 - (-3{,}093)) = 7{,}03$$

Осыдан $T_o(V_{\min}) = 0{,}00001\%$ тапқанымыз.

Сонда (3.22) өрнегі бойынша анықтағанымыз:

$$T_{пр}(V_{\min}) = 0{,}00001 + 0{,}000014 + 0{,}000068 = 0{,}000098 \ (\%)$$

Байланыстың тұрақтылығы келесі қатынастардан анықталады:

$$T_{pe} \geq T_{np}(V_{\min}) \qquad (3.33)$$

мұндағы: $T_{pe}$ – цифрлық РРЖ үшін байланыс сапасының нашарлау уақытының шекті мәні, %:

$$T_{доп} = 0{,}03 \cdot \frac{R_o}{1600} \qquad (3.34)$$

$$T_{доп} = 0{,}03 \cdot \frac{45}{1600} = 0{,}0008$$

(3.47) шарты орындалғандықтан байланыс тұрақты деп есептеуге болады.

Бұл кезде тек $f_{bw}$ жиіліктің мәні ғана өзгереді. Бұл бөлімдегі сан мәндерді (2.32) өрнегіне келтіріп, (2.33) шартына тексереміз:

$$T_{np}(V_{\min}) = 0{,}00001 + 0{,}0000138 + 0{,}000033 = 0{,}000182 \ (\%)$$

3.7 Қабылданатын дабыл қуатын есептеу

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

$$P_{каб} = A - B \cdot \log R - n \cdot \log(\frac{f}{900}) + 10 \cdot \log \alpha, \qquad (3.35)$$

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

$$\alpha = \frac{h_B^2 h_M^m P_{тар} G_{тар} G_{каб}}{3660}, \qquad (3.36)$$

мұндағы: $P_{тар}$ – таратқыш қуаты, Вт;
$G_{тар}$, $G_{каб}$ – антеннаның күшейту коэфиценті;
$h_B$ и $h_M$ – базалық және абоненттік станция биіктігі;
$m$=1 $h_M$<3 және $m$=2 $h_M$>10 м.

$$\alpha = \frac{35^2 * 1.5^2 * 30 \ * 18 * 2{,}5}{3660} = 786.885$$

$$P_{каб} = 54 - 39 \cdot \log(10) - 2 \cdot \log(\frac{3445}{900}) + 10 \cdot \log(786.885) = 42.8 \cdot 10^{-3} км$$

Бірнеше километрге созылып жатқан радиожолды орнатқан кезде шағылысу қабаттары бар таза атмосферадағы кідірістің төрт механизмі есепке алыну керек:

- сәуленің кеңеюі;
- антеннадағы шешілу;
- үстіртін көпсәулелі тарату;
- атмосфералы көпсәулелі тарату.

Бұл механизмдердің көбісі өзінен-өзі немесе басқа механизмдермен комбинациясында туындайды. Тура сәуленің фокустауы дабылдың беттен шағылысуына сәйкес келгенде күшті жиілік таңдаушы кідірістер туындайды. Ол көпсәулелі тарату нәтижесінде кідірісті пайда болғызады. Атмосферадағы үлкен емес турбуленттер әсерінен жылтылдаған кідірістер туындайды, бірақ *40 ГГц*-тен төмен жиілікте олардың әсері болмайды.

Кідірстің үлкен тереңдігіндегі орташа айда қабылданатын $F_t$ дабылының деңгейінен аспайтын таржолақты жүйелердегі уақыт аралығындағы $T_{инт}$ уақыт пайызы келесі асимптотикалық өрнек арқылы анықталады:

$$T_{инт} = K \cdot Q \cdot f^{B} \cdot d^{C} \cdot 10^{-A/10} \qquad (3.37)$$

мұндағы: *d* – пролет ұзындығы;

*f* – жиілік (ГГц);

*К* – жер бедері мен климатты есепке алатын коэффициент.

$$K = P_L^{1,5} \cdot 10^{(-6,5 - C_{LAT} - C_{LON})} = 0.05^{1.5} \cdot 10^{-6.5} = 3 \cdot 10^{-9}$$

мұндағы: $P_L$=5%=0,05 – вертикальді градиент рефракция кезіндегі уақыт пайызы;

$C_{LAT}$=$C_{LON}$=0 Қазақстан үшін.

*Q* – $R_0$ және *f* бөлек жолдың басқа да параметрлерін есепке алатын коэффициент;

$$|E_P| = \frac{h_1 - h_2}{d} = \frac{30 - 9}{10} = 2.1$$

мұндағы: $E_p$ – радиожолдың иілуі;

*h1* және *h2* – теңіз деңгейінен қабылдағыш және таратқышантенна шамаларының биіктіктері (м);

*d* – жолдың ұзындығы (км).

$$Q = (1 + |E_P|)^{-1,4} = (1 + 2.1)^{-1.4} = 0.205$$

Сонда:

$$T_{инт} = K \cdot Q \cdot f^{B} \cdot d^{C} \cdot 10^{-A/10} = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 0.205 \cdot 5.425^{0.89} \cdot 10^{3.6} \cdot 10^{-\frac{37.862}{10}} = 1.804 \cdot 10^{-4}\%$$

Радиотолқынның көп сәулененудің таралуының нәтижесінде байланыстың бұзылуына кететін уақыт нормасын тексеру:

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

$$SES = \frac{0,054 \cdot 10}{2500} = 2.16 \cdot 10^{-4}\ \%$$

$2.16 \cdot 10^{-4} > 1.804 \cdot 10^{-4}$, шарт орындалады.

3.8 РРЖ пролетін есептеу

Радиорелейлі жолдар базалық станцияларды орталық станциямен қосу үшін қажет. Берілген жағдайда жердің қыртысын ескере отырып антенналардың орналастыру биіктігін есептеу керек, сонымен қатар байланыстың тұрақтылығын есептеу керек [8].

Пролеттің профилін құру үшін Жердің қисығын $X$ (км) есептеу қажет, пролеттің ортасы үшін бұл шама максималды болады.

$$X = \frac{10^3 \cdot R_o^{\ 2} \cdot k \cdot (1-k)}{2 \cdot a} \qquad (3.38)$$

мұндағы: $k$ - пролеттің ортасы үшін салыстырмалы координата:

$$k = \frac{R_1}{R_o} \qquad (3.39)$$

мұндағы: $R_1$ - жер қыртысының максималды биіктігіне дейінгі арақашықтық, км;

$R_o$ - РРЖ айналымының ұзындығы, км.

$$k = \frac{R_1}{R_o} = \frac{30}{42} = 0,714$$

(3.23) формуласына табылған мәндерді қойып, тапқанымыз:

$$X = \frac{10^3 \cdot 42^2 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{2 \cdot 6370} = 28{,}257\ 10^{-3} (\text{км})$$

Антеннаның ілгішінің биіктігін есептеу шарты болып, Френельдің минимальды зонасындағы $H_o$(м) кедергінің экрандалмау шартымен анықталады:

$$H_o = \sqrt{\frac{R_o \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}{3}} \qquad (3.40)$$

мұндағы: $\lambda$ – толқын ұзындығы, км.

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad (3.41)$$

мұндағы: $c$ – жарық жылдамдығы, м/с; $f$ – жиілік, МГц.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5{,}6 \cdot 10^9} = 0{,}054\ 10^{-3} (\text{км})$$

Табылған мәндерді (3.25) формуласына қоя отырып, анықтағанымыз:

$$H_o = \sqrt{\frac{42 \cdot 10^3 \cdot 0{,}054 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{3}} = 12{,}372\ 10^{-3} (\text{км})$$

Уақыттың 80%-ындағы рефракцияның әсерінен сәулеленудің орташа өсуі $\Delta H(\bar{g} + \sigma)$ мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot (\bar{g} + \sigma) \cdot k \cdot (1 - k) \qquad (3.42)$$

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{(42 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8} + 9 \cdot 10^{-8}) \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714) = -1{,}8$$

Радиотолқындағы рефракция болмаған кездегі $H(0)$(м) ($g$=0 кездегі) жарықтандыру шамасы анықталады:

$$H(0) = H_0 - \Delta H \cdot (\bar{g} - \sigma) \quad (3.43)$$

$$H(0) = 12{,}372 + 1{,}8 = 14{,}172 \ \ 10^{-3} (\text{км})$$

Антенна ілгішінің биіктігі аралық профильдің келесі формуласымен анықталады:

$$h_1 = NM + H(0) + X - CD \quad (3.44)$$

$$h_2 = NM + H(0) + X - ZY \quad (3.45)$$

мұндағы: NM, CD, ZY – аралық профильдің параметрлері 3.2 кестеде келтірілген, км.

$$h_1 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 721 = 110{,}5 \ \ 10^{-3} (\text{км})$$

$$h_2 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 820 = 11{,}5 \ \ 10^{-3} (\text{км})$$

3.8 Пайдалы дабылдың қуатын есептеу

Қабылдағыш кірісіне берілетін пайдалы дабыл қуатын есептеу үшін радио байланыс сызығының энергетикалық параметрлерін және қабылдағыштың нақты сезімталдығын білу қажет.

Қабылдау нүктесіндегі пайдалы дабыл қуаты келесі децибел түріндегі өрнекпен анықталады:

$$P_{каб} = P_{тар} + G_{тар} + G_{каб} + 201g\lambda - 201g(4\pi) - 201g(r) - L_{кос} - Z \quad (3.46)$$

Бұл өрнектермен радио байланыс торабының келесі параметрлері қолданылады:

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

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

$\lambda$ - толқын ұзындығы;

r - тарату ұзақтығы;

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

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

$P_{каб}$ = 27+18+16+20lg(0,13)-201g(4*3,14)-201g(5,6) -10 -5 = -11 дБ

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

Радио байланыс сызығының энергетикалық параметрлерін есептеу – бұл радио байланыс сызығы параметрлерінің қабылдағыш кірісіне берілетін пайдалы дабыл қуаты қабылдағыш сезімталдығының нақты мәнінен кем болмайтындай мәні:

$$P_{каб} \geq P_{мин} \quad (3.47)$$

Қабылдағыш кірісіне берілетін пайдалы дабыл қуатының мәнін есептедік. Сонымен, есептеу нәтижесі бойынша ол -11дБ-ге тең, яғни қабылдағыш сезімталдығының нақты мәнінен айтарлықтай үлкен, жоғарыдағы шарт орындалады:

-11дБ≥-98 дБ

3.9 Қажетті қуатты есептеу

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

Қажетті қуатты есептеу үшін берілген мәндер 3.3 - кестеде келтірілген.

3.3 К е с т е - Қажетті қуатты есептеу үшін белгілі мәндер

| Құрылғылар | Саны, шт. | Қажетті қуат, Вт | $P_{AC}/P_{DC}$ |
|---|---|---|---|
| Ericsson RBS 6201 LTE | 4 | 790 | $P_{AC}$ |
| Коммутатор | 1 | 228 | $P_{DC}$ |

Айнымалы тоқтың қуатын анықтау формуласы:

$$P_{AC} = P_{DC}/0,8 \quad (3.48)$$

$P_{КОМ}$ = 228/0,8 = 285 (Вт).

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

$$P_{қос} = P_{PM} + P_{KOM} \quad (3.49)$$

$P_{қос}$ = 790 + 285 = 1075 (Вт).

Жүктеме тоғының мәні *I* келесі формуламен анықталады:

$$I = P_{қос}/U, \quad (3.50)$$

мұндағы: *U* - қоректену кернеуінің мәні, *U* = 220 В.

$I_H$ = 1075/220 = 4,8 (А).

3.10 БС тиесілі жүктемені есептеу

Бір секторға жіберілетін жүктеме:

$$A = n_0 \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( P_B \sqrt{\pi \cdot n_0 / 2} \right)^{\frac{1}{n_0}}} \right]. \quad (3.51)$$

мұндағы: $P_B$ - желіге түсетін шақыруға жіберілетін бұғаттау;

$n_S$ - секторлар саны

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

$n_0$ - жалпы арналар саны

$$n_0 = n_S \cdot n_a = 3 \cdot 2 = 6$$

$$P_B \le \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot n_0}} = \sqrt{\frac{2}{3.14 \cdot 6}} = 0.46$$

Бір сектордағы жүктеме:

$$A = 6 \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( 0{,}46 \cdot \sqrt{\pi \cdot 6/2} \right)^{\frac{1}{6}}} \right] = 6 \text{ Эрл.}$$

# 4 БИЗНЕС ЖОСПАР

## 4.1 Түйін

Қазіргі кезде қозғаламалы байланысты қажет етнетін абоненттер саны өсіп келе жатыр. Жалпы, ақпаратты тарату үшін жаңа технологияларды және қазіргі заманғы әлемдік стандарттарға жауап беретін құрылғыларға көшу ең маңызды шешім болып табылады.

LTE – интернет қолданушыларды жоғары жылдамдықты интернетпен қамтамасыз ететін мобильді интернеттің төртінші кезеңі. LTE технологиясы мәліметтерді алдынғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді. Теория жүзінде қабылдауға 100 Мбит/с, жіберуге 50 Мбит/с өткізу қабілетіне ие.Осыған сәйкес бүгінгі таңда интернетті пайдаланушылар саны анағұрлым артуда.

Байланыс желісінің ауқымы уақыт өте келе арта түсетіндіктен, қозғалмалы байланыстың әртүрлі жоғары жылдамдықты жаңа стандарттарын ұйымдастыруға байланысты жаңа мүмкіндіктер ашылады:

– халықты байланыс жүйесімен қамтамасыз ету;

– қосымша жұмыс орындарын ұйымдастыру;

– нақты топтардың сұраныстарын қамтамасыз ету.

Жобада LTE технологиясының көмегімен абоненттердің қозғалмалы байланысынын ұйымдастыру қарастырылады.

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

LTE технологиясы ақпаратты тарату кезінде аса жоғары жылдамдықпен және жоғары сапалы жұмыс жасауымен ерекшеленеді. Бұл бизнес–жоспар кәсіпорын үшін, тіпті бәсекелестерге де ашық қызмет аясында тиімді түрде жұмыс істей алуын қарастырады. Бизнес–жоспар барысында жалпы капиталдық шығын 16891116 теңгені құрады, бір жылдық табыс көлемі 46257040 теңгені, эксплуатациялық шығындар 29529445теңгені және амортизациялық аударма мөлшері 4222779 теңгені құрайды. Яғни, байланыс түйінін ұйымдастыруға жұмсалған қаржы құралдарын кәсіпорын 1,26 жылда қайтара алады.

## 4.2 Компания және сала

LTE – интернет қолданушыларды жоғары жылдамдықты интернетпен қамтамасыз ететін мобильді интернеттің төртінші кезеңі. LTE технологиясы мәліметтерді алдынғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді. Теория жүзінде қабылдауға 100 Мбит/с, жіберуге 50 Мбит/с өткізу қабілетіне ие.Осыған сәйкес бүгінгі таңда интернетті пайдаланушылар саны анағұрлым артуда.

Интернетке мобильді кеңжолақты ену әдісін мынадай мобильді байланыстың технологиялары қолданады: WCDMA/HSPA (3.5G), HSPA+ ( 3.75G) және WiMax пен LTE (4G). 4–ұрпақ өкілдерінің бірі LTE болғандықтан оның кез келген тұрғыдан қарағанда мобильді байланыстың ең сапалы әрі жылдам қызметтерін көрсетері хақ. Жоғарыдағы суреттен мобильді трафиктің ең көп тұтынушылары ноутбук, компьютер, планшетке тиісті екенін көреміз. Бұл LTE желісінің болашағының жарқын екендігінің бірден бір дәлелі болса керек.

LTE технологиясын жасаудағы мақсат:

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

4.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу

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

Көрсетілетін қызметтер:

– Мобильді телефондар арқылы бейнеқоңырау шалуға болады;

– Мобильді телефондарға арналған теледидарлар іске қосылады (мобильді журналисика күтіп тұр бізді);

– Интерактивті ойын ойнау, спутникті картаның жылдам ашу, жаңалықтардан бастап фильмдерге дейінгі видеоконтентті смартфон арқылы қарау;

– Ноутбуктар мен нетбуктарда HD форматындағы әндер мен фильмдерді жоғары жылдамдықты интернетпен жүктеуге болады.

4.4 Нарықтық өтімді талдау

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

– фирмалардың өз жұмысшыларының қызметтерін өзіне қолайлы жағдайда төлеу;

– тұрақты клиенттерге берілетін жеңілдіктер (немесе тегін көрсетілетін қосымша қызметтер).

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

Жобаны жүзеге асыру кезінде, сонымен қатар оны енгізу барысында жарнама болу қажет, жарнамасыз жоба болашақта еш нәтиже таппайды.

Енгізуге арналған нұсқаулық:

– облыс орталықтарындағы және ірі қалалардағы республикалық телерадио арналарда көрсетілетін аудио және видео роликтерді дайындау;

– облыстарда тарату үшін қазақ жән орыс тілдерінде телекоммуникация қызметтерін жарнамалайтын плакаттарды, буклеттерді және басқа да басылым түрлерін жасау.

4.5 Менеджмент

Компанияның болжаған өсу стратегиясы жаңа технологиялар еңгізумен, қызмет көрсету спектрін өсіру болып келеді. Бұл мақсатқа жеткеннен кейін компания желі сыйымдылығын өсіріп, қазақстандықтардың қозғалмалы байланысқа деген талаптары түгелдей орындауға дайын болады.

Бұл бөлім осы обьектіні басқаратын бас инженерден, жүйедегі жүктемені және жүйенің дұрыс жұмыс атқаруын қадағалайтын инженерден, трансмиссия инженерінен, сонымен қатар абоненттерді қосумен айналысатын оператордан құралады.

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

4.1 К е с т е – Талап етілетін құрал–жабдықтар және олардың бағалар

| Жабдық атауы | Саны | Бағасы, мың теңге | Жалпы бағасы, мың теңге |
|---|---|---|---|
| Базалық стансия Ericsson RBS 6201 LTE (Қоректендіру көзін қоса алғанда) | 4 | 2050 | 8200 |
| Базалық станция мұнарасы | 4 | 250 | 1000 |
| Ericsson–LG ES–3026P коммутаторы | 1 | 132 | 132 |
| Ericsson MBR L21 4G LTE маршрутизаторы | 1 | 1200 | 1200 |
| ASN Samsung geteway бақылауыш шлюзы | 1 | 200 | 200 |
| 742 215 65° Panel Antenna – Kathrein | 6 | 95 | 1140 |
| Ericsson Mini–Link HC | 2 | 75 | 300 |
| Барлығы | | | 12172 |

4.6 Маркетинг стратегиясы

Нарықтағы кәсіпорынның маркетинг стратегиясының мақсаты мен тапсырмалары:

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

– қызметтің басқа да түрлерінің пайда болуы: ақпарат тарату (интернет) факсты тарату, дауыс тарату (байланыстың әмбебап қызметі);

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

– әртүрлі жағдайларда абоненттердің белгілі бір тобына уақытылы қызмет көрсетуді ұйымдастыру;

– қажет болған жағдайда байланыс тұрақтылығын ұйымдастыру.

4.7 Қаражат жоспары

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс–монтаждау шығындары кіреді [20].

Жалпы капиталдық шығынды есептейміз:

$$K_{\Sigma} = K_0 + K_C + K_M + K_к + K_{жоба}, \text{ теңге} \qquad (4.1)$$

мұндағы: Ко – жабдықтарды сатып алу шығыны;

Кс – құрылыс салу шығыны;

Км – монтажға жұмсалатын шығын;

Кк – көлік шығыны;

Кжоба – жобалау шығыны;

4.2 К е с т е – Жабдыққа кететін капиталды салым

| Шығын атауы | Бағасы, тг. |
|---|---|
| Жабдық бағасы, (Ко) | 12172000 |
| Көлік шығыны, (Кк, жабдық бағасының 5пайызын құрайды) | 608600 |
| Монтажға жұмсалатын шығын, (Км, жабдық бағасының 8 пайызын құрайды) | 973760 |
| Құрылыс салу шығыны, (Кс, жабдық бағасының 10 пайызын құрайды) | 1217200 |
| Барлығы | 14971560 |
| Ескерілмеген шығын (10 пайыз) | 1497156 |
| Жалпы салым | 16468716 |

4.3 К е с т е – Жұмыс орнының ұйымдастыру үшін кететін шығын

| Атауы | Бағасы, мың тенге | Саны | Бағасы, мың тг. |
|---|---|---|---|
| Компьютер(стац.) | 90 | 2 | 180 |
| Ноутбук | 120 | 1 | 120 |
| Офистік үстелдер | 15 | 2 | 30 |
| Принтер, ксерокс, Сканер | 20 | 2 | 40 |
| Орындықтар | 3,5 | 2 | 7 |
| Шкаф | 7 | 1 | 7 |
| Барлығы | | | 384 |
| Ескерілмеген шығын (10 пайыз) | | | 38,4 |
| Жалпы салым | | | 422,4 |

4.4 К е с т е – Капиталды салым

| Салымдар атауы | Бағасы,тг. |
|---|---|
| Жабдыққа, монтажға және тасымалдауға салынатын салым | 16468716 |
| Жұмыс орнының жабдықтарына салынатын салым | 422400 |
| Барлығы | 16891116 |

Капиталдық шығын:

К=16468716+422400 =16891116теңге.

4.8 Табысты есептеу

Негізгі іс–қызметтерінен алынатын табыс – кәсіпорындардың байланыс қызметтерінен қолданылып жүрген бағалармен алынған табыс көлемі [22].

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot U_i \quad (4.2) \qquad (4.2)$$

мұндағы: $q_i$ – натуралды түрдегі і–түрлі қызмет көлемі;

$U_i$ – і– түрлі қызмет бағасы, (теңге);

n – қызметтер номенклатурасы немесе орташа табыс таксасы бойынша табылады;

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} q_{шыг.а} \cdot \tau_{T_i} \qquad (4.3)$$

мұндағы: n – қызмет номенклатурасы;

$q_{шыг.а}$ – түрлі шығыстық ақылы алмасу;

$\tau_{T_i}$ – і – түрлі байланыс қызметінің орташа табыс таксасы.

Махамбет қала маңының тұрғын саны – 8743 адам. Жобаланып жатқан желідегі интернетке USB–LTE модемі арқылы қосылатын абоненттердің санын анықтайық, ($N_{аб.инт}$):

$N_{аб.инт}$ = 8743 0,2 =1748 (адам).

Бұл 1748 жанұя бар екендігін білдіреді, егерде әр жанұяда бес адамнан құралған деп санасақ. Егер сол жанұялардың 25 пайызы бір USB–LTE модемі сатып алынатын болса, онда $N_{аб.инт}$ абоненттер саны келесідей анықталады:

$N_{аб.инт}$ = 1748/4 = 437 (абонент).

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

4.5 К е с т е – Болжалды тарифтік жоспарлар және олардың құны

| Тарифтік жоспар | Қосылу жылдамдығы | Тариф құны, тенге/айына | Шек | Абонеттер үлесі, $N_{аб.инт}$, % | Интернет пайдалан–р саны |
|---|---|---|---|---|---|
| Т1 | 100 Мбит/с дейін | 1500 | 20Гб | 15 | 65 |
| Т2 | 100 Мбит/с дейін | 2900 | 40Гб | 30 | 131 |
| Т3 | 100 Мбит/с дейін | 3900 | 60Гб | 30 | 131 |
| Т4 | 100 Мбит/с дейін | 4500 | 100 Гб | 25 | 110 |

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

$$D_1 = \sum_{i=1}^{n} T_i \cdot N_i \cdot 12 \qquad (4.4)$$

мұндағы: $T_i$ – тарифтік жоспар құны;
$N_i$ – ағымдағы тарифке қосылған абоненттер.

$$D_1 = [1500 \cdot 65 + 2900 \cdot 131 + 3900 \cdot 131 + 4500 \cdot 110] \cdot 12 = 17799600 \text{ (тенге)}$$

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

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

мұндағы: $Z_n$ – USB–LTE модемінің сатылымдағы құны, $Z_п$ =4500 тенге;
$Z_з$ – USB–LTE модемінің өзіндік құны, $Z_з$ = 2500 тенге;

$D_2 = 437 \cdot (4500 – 2500) = 874000$ (тенге).

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

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

4.6 К е с т е – Мобильді байланыс қызметі бойынша болжамды қызмет көрсету құны

| Қызмет түрі | Төлем мөлшері, тенге |
|---|---|
| Кіріс қоңыраулардың 1минуты | $K_0$=7 |
| Басқа операторларға шығыс қоңыраулардың 1 минуты | $K_1$ = 9 |
| Қалалық нөмірлерге шығыс қоңыраулардың 1 минуты | $K_2$ = 9 |
| 1 SMS, MMS | $K_3$ = 7 |
| 1МБ трафика | $K_4$ = 1 |

Орта статистикалық мәліметтер бойынша мобильді байланыс абонеттері айына15SMS/MMS, 10 МБ және150 минут әңгімелеседі. Абонеттер жалпы әңгімелесу уақытының шығыс қоңырауларға кететін проценттік қатынасы былай деп бағамдайық: 50% (75 минут) желі ішінде, 40% (60 минут) басқа мобильді операторларға, 10% (15минут)қалалық нөмірлерге.
Мобильді байланыс қызметі бойыншақосынды табыс ($D_3$) келесі формуламен анықталадые:

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

$D_3 = [7 \cdot 75+9 \cdot 60+9 \cdot 15+7 \cdot 15+1 \cdot 10] \cdot 1748 \cdot 12=27583440$ (тенге)

LTE желісі бойынша жалпы тарифтік табыстар көлемі келесі формуламен анықталадые:

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

$D_{жалпы}$ = 17799600 + 874000 + 27583440 = 46257040 (тенге).

4.9 Пайдалану шығындары

LTE желісін ұйымдастыру жобасын жүзеге асыру үшін әртүрлі категориядағы иженер мамандар қатынасады. Жобаны ұйымдастыруға қатысатын жұмысшылар тізімі 4.7 кестеде көрсетілген.

4.7 К е с т е – Жұмыс ұжымы туралы мәлімет

| Қызмет түрі | Қызметшілер саны | Айлық, тг. | Барлығы, тг. |
|---|---|---|---|
| Абоненттік қызмет операторлары | 2 | 75000 | 140 000 |
| Инженер–энергетик | 1 | 90000 | 90 000 |
| Трансмиссия–инженері | 1 | 90000 | 90 000 |
| Инженер eNodeB | 1 | 75000 | 75 000 |
| Жобалау–инженері | 1 | 105000 | 105 000 |
| Электромонтер | 2 | 75000 | 140 000 |
| Барлығы | 640 000 | | |

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

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

мұндағы: ЕБҚ – еңбекті бағалу қоры;

$Ә_с$ – әлеуметтік салық;

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

$Э_{энер}$– электр энергиясы шығыны;

А – амортизациялық аударма;

К – кредиттер;

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

Еңбекті бағалау қорын анықтау:

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

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

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

Жұмысшының орташа еңбек ақысы 60 000 теңгені құрайды. Сәйкесінше жылдық негізгі еңбек ақы:

$ЕБҚ_{нег}$ = 640000·12 = 7680000, теңге

Қосымша еңбекті бағалау қоры:

$ЕБҚ_{қос}$=7680000·0,3=2304000,теңге

Сондағы еңбекті бағалау қоры:

ЕБҚ =7680000+ 2304000 = 9 984 000, теңге

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

$$Ә_с = 0.11·(ЕБҚ – ЗҚ), теңге \quad (4.10)$$

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

$$ЗҚ = 0.1·ЕБҚ, теңге \quad (4.11)$$

ЗҚ = 0.1·9984000 = 998400, теңге

Әлеуметтік салықты есептеймін:

$Ә_с$ = 0.11·(9984000 – 998400) = 988416, теңге

М – заттар, қосалқы бөлшектер шығыны капиталды шығындардың 0,5% құрайды:
М=0.005·16891116 = 84455 теңге
Электроэнергия шығындары $Э_н$, теңге, келесі формуламен анықталады:

$$Э_Н = \sum (20·W) \quad (4.12)$$

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

4.8 К е с т е – Электроэнергияға кететін шығын

| Құрылғы | Саны | Қуаты, кВт | Мерзімі | 1кВт/сағ эл.энергия | Пайд. эл.энергия құны |
|---|---|---|---|---|---|
| Базалық станция | 4 | 1,5 | 8760 | 20 | 525600 |
| Коммутатор | 1 | 0,55 | | | 96359 |
| Маршрутизатор | 1 | 0,95 | | | 166440 |
| Салқындатқыш | 2 | 1,8 | | | 630720 |
| ASN Samsung geteway бақылауыш шлюзы | 1 | 1 | | | 175200 |
| Барлығы | | | | | 1594319 |

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

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} \tag{4.13}$$

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} = \frac{25 \cdot 16891116}{100} = 4222779 \text{ теңге}$$

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

$$Н_Ш = Э_Н + М + А + ЕБҚ + Ә_С \tag{4.14}$$

$Н_Ш$ = 1594319 + 84455 + 4222779+ 9984000+ 988416 =16873969

Үстемелік шығындарды Y, теңге, есептеймін:

$$Y = 0{,}75 \cdot Н_Ш \tag{4.15}$$

Y = 0,75·16873969= 12655476теңге

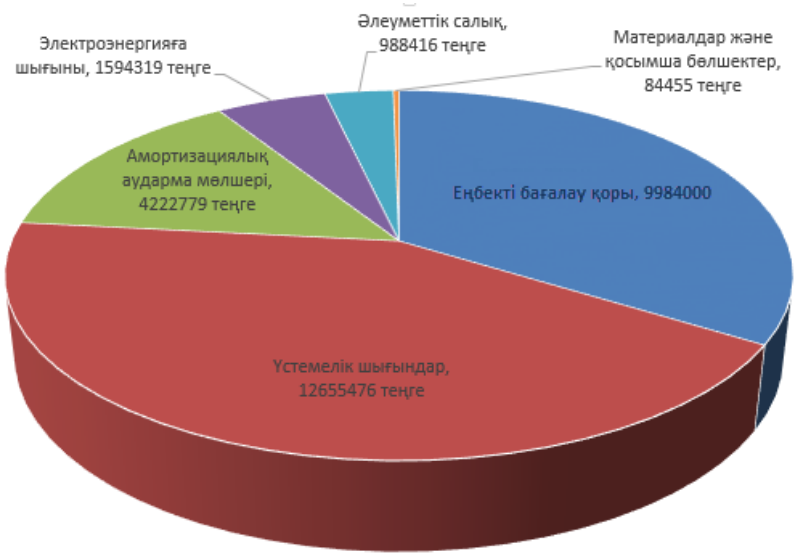
Эксплуатациялық шығындар келесі мәнге тең болады:

∑Э =9984000+988416+84455+1594319+4222779+12655476=29529445теңге

4.9 К е с т е – Эксплуатациялық шығындар

| Көрсеткіштер атауы | 1 жылдық мөлшері, теңге |
|---|---|
| Еңбекті бағалау қоры (ЕБҚ) | 9984000 |
| Материалдар және қосымша бөлшектер | 84455 |
| Амортизациялық аударма мөлшері | 4222779 |
| Электроэнергияға шығыны | 1594319 |
| Әлеуметтік салық | 988416 |
| Үстемелік шығындар | 12655476 |
| Барлығы | 29529445 |

Жоғарыдағы кестеде желіні ұйымдастыруға кететін эксплуатациялық шығындар бір жылдық мөлшері көрсетілген. Енді осы эксплуатациялық шығындардың әрқайсысының үлесін диаграмма түрінде Microsoft Excel бағдарламасында көрсететін болсам:




4.1 Сурет – Эксплуатациялық шығындар құрылымы

4.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу

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

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

Осы жобаны салықсыз ұйымдастырудан түсетін пайда,теңге:

$$П= Д – Э_{шығ}, \quad (4.16)$$

мұндағы: Д – негізгі істерден алынатын табыс, теңге;
$Э_{шығ}$ – эксплуатационды шығындар, теңге.

П = 46257040 – 29529445=16727595теңге.

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

ТП =П·0,8 =13382076 теңге.

Желінің экономикалық тиімділігі мынаны құрайды:

$$Е = ТП/К \quad (4.17)$$

*Е* = 13382076/16891116= 0,79.

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

Т=1/Е= 1/0,79 = 1,26 жыл.

мұндағы: Е – абсолютті экономикалық тиімділік;
Т – капиталдық салымның қайтарылу мерзімі.

4.10 К е с т е – LTE желісінің жобасынұйымдастырудыңэкономикалық тиімділігі

| Көрсеткіштер аты | Мәні |
|---|---|
| Капиталдық шығын, теңге | 16891116 |
| Эксплуатациялық шығындар,теңге | 29529445 |
| Негізгі істерден алынатын табыс, теңге | 46257040 |
| Пайда, теңге | 16727595 |
| Таза пайда, теңге | 13382076 |
| Абсолютті экономикалықтиімділік | 0,79 |
| Капиталдық салымның қайтарылу мерзімі (жыл) | 1,26 |

Қорытынды: Сонымен, бұл бөлімде Қызылорда қаласының Махамбетоав қала маңы аумағына LTE желісін ұйымдастырудың бизнес–жоспары жасалынды. Қозғалмалы байланыс технологиясы ретінде LTE желісінің тоғызыншы шығарылымы қолданылды.

LTE технологиясы ақпаратты тарату кезінде аса жоғары жылдамдықпен және жоғары сапалы жұмыс жасауымен ерекшеленеді. Бұл бизнес–жоспар

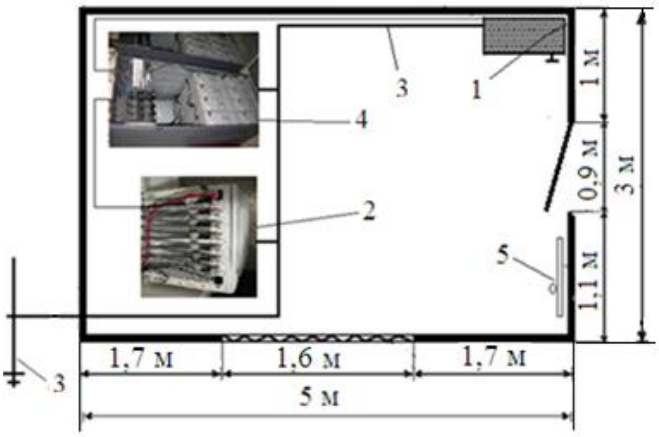
кәсіпорын үшін, тіпті бәсекелестерге де ашық қызмет аясында тиімді түрде жұмыс істей алуын қарастырады. Жобада капиталдық салымның қайтарылу мерзімі 1,26 жыл (норматив бойынша ол 5 жылдан аспауы керек); экономикалық тиімділік 0,79–ға тең. Осы көрсеткіштерге қарап желіні ұйымдастыру сапасы жағынан да, бағасы жағынан да қиындықсыз әрі сапалы жүзеге асады деп тұжырымдауға болады.

## 5 ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

### 5.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау

Бұл дипломдық жобада Қызылорда Қаласының Махамбет қала маңында LTE технологиясының көмегімен ұялы байланыс жүйесін жобалау қарастырылады. Желінің құрылымы бір базалық станцияны (БС) құру болып табылады. БС орналастырудың шарты болып қала аңының барлық аумағын және жүйенің әсер ету радиусына кіретін таяудағы барлық аумақтарды желімен қамтамассыз ету болып табылады. БС мұнарасы жанындағы ғимарттың бөлмесінде орналастырылады. Бұл бөлімде жерлендіру қондырғылар аймағындағы қауіпсіздікті қамтамасыз ету тапсырмасы ретінде адам электр тогына түсу қауіпін азайту жағдайы және өрт қауіпсіздігі қарастырылады. Қызметкерлердің денсаулық және өмір қауіпсіздігі қажетті техникалық жөндеулер мен тексерулер кезіндегі адамның тоққа түсу қауіпінен қорғауды қамтамасыз ету қажет немесе мүмкіндігінше азайту.

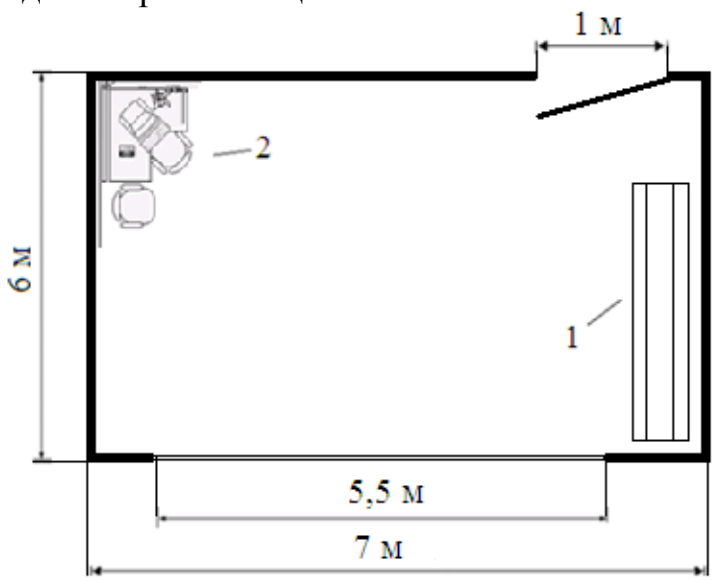
Махмбетов қала маңында БС орнатылады, яғни антенна, ал антена астында 1 бөлмеде құрылғы орнатылады. Бөлмеде басты құрылғы орталығы ретінде саналады, яғни мұнда құрылғының өзі орналасады. Базалық станцияны жобалау кезінде негізгі жұмыс орны операциялық бөлме. Құрал–жабдықтар орналасқан бөлме жоспары 5.1–суретте және комутациялық бөлменің жоспары 5.2–суретте көрсетілген. Еңбек шартының нақты күйі негізгі жұмыс орындалатын бөлмелерде бағаланады. Бөлме өлшемдері: ұзындығы – 5 м, ені – 3 м, биіктігі – 3м.




5.1 Сурет – Құрал–жабдықтар орналасқан бөлме жоспары

мұндағы: 1– электр қуатының көзі;
2 – базалық станция;
3 – жерлендіру;
4 – электр қуатын реттеп жинақтаушы акумуляторлар;

5 – өрт қауіпсіздігіне арналған щит.




5.2 Сурет – Коммутация орталығының бөлме жоспары

мұндағы: 1–шкаф;
2–оператор орны.
Бөлменің өлшемдері:
– ұзындығы А=7 м;
– ені В=6 м;
– биіктігі Н=3,5 м;
– еденнен жұмыс орнының бетіне дейінгі биіктік Не=1,5 м.

Қызмет көрсету персоналының бөлме ауданы 42 м2 құрайды. Коммутация орталығында жеті жұмыс орнын ұйымдастыру көзделуде (бір жетекші инженер және алты кезекші оператор). Жетекші инженердің бес күндік жұмыс уақыты сегіз сағаттан. Алты кезекші операторлар үш сменамен ауысып жұмыс істейді. Жұмыс уақытынан тыс тамақтануға және тынығуға арналған 60 минуттық үзіліс уақыты бар.

Жерлендіру жүйесін қолдану процесінде «Электр қондырғылары құрылғыларының ережелері» (ПУЭ) талаптарына сәйкестігін тексеріп отырады. Ол үшін: жерлеу нейтралы мен нөлдік өткізгіштің қайталап жерлеу кедергілерін өлшеу, жерлендіргіш құрылғыларының элементтер жағдайын тексеру, нөлдеуші тораптың тұтастығын тексеру, соның ішінде нөлдеуші қорғау өткізгіші мен нөлденген жабдықтың арасындағы, «фаза – нөл» тізбегінің кедергісін өлшеу.

Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы тиімді таңдау керек. Бөлмедегі жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуге арналған құрылыс материалдары, есік, еден, дабылдық кабелдердің изоляциясы, радиотехникалық бөлшектердің орамдары, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы жатады

МЕСТ 12.1.038–82 «Еңбек қауіпсіздігінің стандарттар жүйесі. Электр

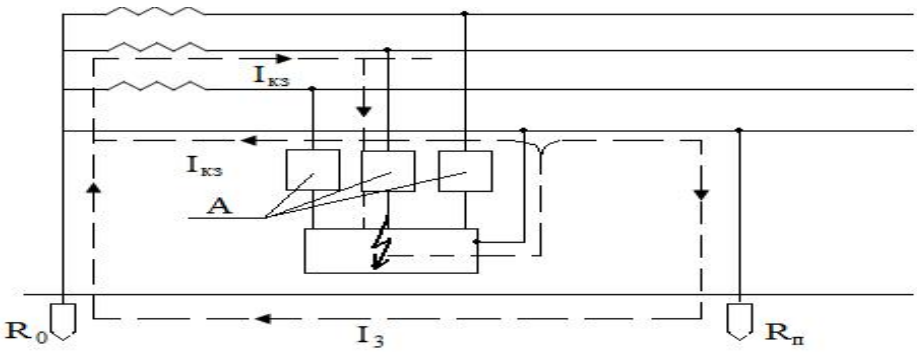
қауіпсіздігі. Түйісу кернеуі мен токтарының рұқсат етілген шегі» талаптары орындалады.

5.2 Жерлендірудің қорғаныш өткізгішіне қойылатын талаптар

Жерлендіру – бір немесе бірнеше фазаның корпусқа тұйықталу кезінде электрқұрылғыларын желіден өшіру. Және де аппатық жағдайда адамның нөлденген корпуқа қол тигізуінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету.

Жоғарыда айтылғандай нөлдеуді есептегенде оның өшіргіш қабілетін тексеріледі және адамның апптық жағдайда электрқұрылғы корпусына қол тигізгенде электр тоғына түсу қаупі бағаланады [14].

Жерлендірудің принципті сұлбасы 5.3–суретте көрсетілген.




5.3 Сурет – Жерлендіруі бар айнымалы тоқ желісінің ұстанымды сұлбасы

мұндағы: А – қорғау аппараты (сақтандырғыш немесе автоматты өшіргіш);

$R_0$ – нейтрал жерлендіргіші;

$R_п$– қайталай жерлендіру;

Суретте көрсетілгендей фазалық сымдағы қысқа тұйықталу тоғы $I_{кз}$ желінің фазалық кернеуінен $U_ф$ және трансформатордың орамасындағы толық кедергілерден $Z_т/3$ шығатын тізбек толық кедергілеріне, фазалық өткізгішке $Z_ф$, нөлдік қорғағыш өткізгішіне $Z_н$, сыртқы индуктивті кедергіге $X_П$, өкізгіштің $R_П$ қайталай жерленуінің активті кедергісіне және трансформатор нейтралының $R_о$ жерленуіне тәуелді болып келеді.

5.3 Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы тиімді таңдау

Бөлмедегі жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуге арналған құрылыс материалдары, есік, еден, дабылдық кабельдердің изоляциясы, радиотехникалық бөлшектердің орамдары, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы жатады.

Өрт көздері болып бұзылу нәтижесінде әр түрлі күйік элементтер пайда болатын ЭЕМ электрондық схемалары, техникалық қызмет көрсетуге арналған құралдар, электрқоректендіру құрылғылары, жанғыш құрылыс материалдары және тағы басқалар табылады.

Өрт сөндіру техникалары қозғалмалы қондырғылар, тұрақты қондырғылар және өртсөндіргіштер болып бөлінеді.

Қозғалмалы өрт сөндіру техникаларына өрт сөндіру автокөліктері жатады. Олар үлкен көлемдегі, алыс қашықтықағы өрт жағдайларына арналған.

Тұрақты қондырғылар өрттің басталу кезінде адамның қатысуынсыз өртті сөндіру үшін арналған. Олар сулы, ауасулы, газды, ұнтақты және булы болып бөлінеді. Автоматтандырылған және арақашықтықты қолмен басқарылу бола алады.

Спринклерлік және дренчерлік қондырғылар шашырай тозандатылған сумен өрт сөндірудің автоматты құралдарына жатады.

Спринклерлік қондырғылар іші суға толған және спринклерлік қалпақшалармен жабдықталған шашыранқы келген құбырлар жүйесі болып табылады. Спринклерлік қалпақшалардың тетіктері белгілі бір температурада балқитын тез ерігіш құлыптармен бекітілген. Жүйедегі су қысымның әсерінен қалпақшаның тетігінен шығады да бөлменің құрылыс заттары мен жабдықтарын суландырады.

Дренчерлік қондырғылар ауданы 12 $м^2$ еденді суландыратын, тетігінің диаметрі 8, 10 және 12,7 мм болатын арнайы дренчерлік қалпақшалар орналасқан құбырлар жүйесі болып табылады.

Дренчерлік қондырғылар автоматты және қолдан қосылуы мүмкін. Қондырғыны іске қосқаннан кейін су жүйеге толады да тетік арқылы дренчерлік қалпақшалардан ағады.

Өрт пен жануларды сөндірудің біріншілікті құралына өртсөндіргіштер жатады. Олар кіші көлемдегі өртті сөндіруге арналған. Өрт сөндіру заттары ретінде химиялық немесе ауа– механикалық ауасулары, сұйық күйіндегі көміртек диоксиді, құрамында бром бар ұнтақтар қолданалыда.

ОП–5 типті көбікті өртсөндіргіштер аумағы жобамен 1 $м^2$ жану ауданында қатты жанғыш, жеңіл тұтанғыш және жанғыш сұйықтықтарды сөндіру үшін тағайындалған. Заряд массасы – 9,1 кг, зарядталған өртсөндіргіш массасы – 14,5 кг, көбік – 90 л, әрекет ету уақыты – 60 сек,шашылу қашықтығы – 6–8 м.

ОПС–10 типті ұнтақты өртсөндіргіш сілтілі металдар, кремнийлі органикалық заттар және басқа қосылыстар жанғанда шағын өрт ошақтарын сөндіруге қолданылады.

ОУ – 2, ОУ – 5, ОУ – 8 типті газ өртсөндіргіштер ауадан оттегі келмей–ақ жанатын заттардан басқа заттар, материалдар және электр қондырғылар шағын өрт ошақтарын сөндіруге арналған. Мұнда өртсөндіргіш зат ретінде көміртегі қостотығын, сирек азот және инертті газдар қолданылады [15].

Бөлмеде бағалы жабдықтар мен элекр тогымен жұмыс істейтін техникалардын орналасуына байланысты және өрт қаіпсіздігінің ережелеріне

сәйкес БС бөлмесіне 15 $м^2$ арналған ОУ –5 өртсөндіргіштері орнатылған. БС бөлмесінің жалпы ауданы 15 $м^2$ болғандықтан, онда бір өртсөндіргіш орнатылады. Өрт сөндіру заты ретінде аралас көмірқышқыл – хладон құрамы қолданылады.

## 5.4 Жұмыс орнындағы табиғи жарықтандырудың параметрлері

Жұмыс орнындағы жарықтандырудың параметрлерін таңдау істелінетін жұмыстың сипатына тәуелді.

Берілген жұмысты орындау кезінде ең кіші өлшемді тетікпен немесе оның бөлігімен ажырату объектісі анықталады. Ажырату объектісінің өлшемдері мен тетіктен жұмыс істеушінің көзіне дейінгі арақашықтыққа байланысты жұмыстың сегіз разрядты дәлдігі бар. Егер тетіктен жұмыс істеушінің көзіне дейінгі арақашықтық 0,5 м–ден аз болса, жұмыс разряды ажырату объектісінің өлшемімен (d), егер 0,5 м–ден көп болса, ажырату объектісінің көзге дейінгі арақашықтыққа қатынасымен (d/L) анықталады.

Біздің территорияда бес сәулелі белдеулер бар, табиғи жарықтандыру коэффициенттері де сәйкесінше әртүрлі, яғни ТЖКI,II,III,IV,V=ТЖКIII*m*c. Мұндағы m мен c климаттың жарық және күн коэффициенттері.

Жұмыс орнындағы табиғи және аралас сәулелендіруде ТЖК–нің мәндері арнайы кестеде келтіріледі. Климаттың жарық және күн коэффициенттері де арнайы кестемен анықталады. Объектінің жұмысшының көзінен 0,5 м–ден кем емес арақашықтықта ажырату объектісінің ең кіші өлшемдері мен көру жұмысына сәйкес разрядтары тұрақталған [16].

Табиғи жарық оптикалық спектр облысында көзге көрінбейтін инфра және ультракүлгін жарықпен беріледі. Ультракүлгін сәуле шашудың толқын ұзындығы 0,1–ден 0,38м, көрінетін 0,38–ден $0{,}78 \cdot 10^{-6}$ м, инфрақызыл 0,78–ден $3{,}4 \cdot 10^{-6}$ м–ге дейін болады.

Ультракүлгін сәуле шашу адам ағзасына биологиялық оң әсер етеді, барлық терінің қараюы эритемді әсерге келтіреді. Жоғары интенсивтілікке ультракүлгін сәуле шашу терінің күюіне әкеліп соғады, көзге өтіп, сезімтал қарашығының хрустальдарына фокустанып, ауыр жағдайларда көру толық бұзылады.

Табиғи жарықтану тек көзге әсер етіп қана қоймайды, сонымен қатар адам ағзасын бүтіндей қарайтады және психологиялық әсер етеді. Осыған байланысты барлық бөлмелерде санитарлық нормаға және шарттарға сәйкес табиғи жарықтану болады.

Табиғи жарықтану – бұл сыртқы шектейтін құрылыстық жарықтық тесіктер арқылы енетін аспан жарығымен жарықталу. Егер жарықтану сыртқы қабырғаның жарық тесіктері арқылы болса, жарық жанынан түседі.

Табиғи жарықтандыру өзінің спектралдық құрамы жағынан анағұрлым ыңғайлы болып есептеледі. Табиғи жарықтандыру – табиғи жарықтану коэффициентімен есептеледі (ТЖК).

5.5 Ауа алмасу

Бөлменің ішіндегі ауа өзінің құрамы, температурасы және ылғалдылығы әр түрлі факторлар әсерінен өзгеруі мүмкін: сыртқы (атмосфералық) параметрлердің, ауаның өзгеруінен, адамнан және технологиялық құрылғылардан жылу, ылғал, шаң, улы газдар бөліну нәтижесінде. Осы факторлардың әсер ету нәтижесінде бөлменің ауасы адамдардың көңіл – күйіне жағымсыз немесе технологиялық үрдістің қалыпты жүруіне кедергі келтіретін күйге түседі. Бұл жағдайда бөлмеден іштегі ластанған ауа шығарылып, орнына біршама таза, негізінен сырттағы ауа, беріледі. Осылайша, желдетудің негізгі мақсаты – бөлме ішіндегі ауаның есептік параметрлерін сақтау үшін ауа алмасуды қамтамасыз ету.

Желдету – үй бөлмелерінде, өндіріс орындарында, т.б. реттеулі ауа алмастыруға, адам денсаулығына қолайлы жағдай жасауға, сондай–ақ технологиялық процестердің талаптарына сай құрал–жабдықтар мен құрылыстық құрылымдарды, материалдарды, азық–түлікті, т.б. сақтауға арналған шаралар жүйесі [17].

Жалпылай алмастыра желдету бөлмеде бөлінетін шектен тыс зиянды заттардың, жылу мен будың таза ауамен залалсыз шекке дейін араласуына негізделген. Ал жергілікті желдетуде зиянды заттар (газ, бу, т.б.) олардың пайда болатын жерлерінен сору құралдары арқылы тысқа шығарылады. Бұл әдіс шектеулі кеңістікте ғана қолайлы ауа ортасын тудыра алады. Желдету үйдің және сыртқы температураларының айырмашылығы мен желдің әсерінен (мысалы, үймерет аэрациясы) болатын табиғи желдету және механикалық әсер ету арқылы (ауа желдеткіштер арқылы қозғалысқа түсіріледі) атқарылатын механикалық желдету болып ажыратылады.

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

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

а) Зиянды заттарды жою үшін: $L_{УД}=W/(C_{УД}–C_{ПРИТ})\cdot\gamma$, [м$^3$/сағ],

мұндағы: W – уақыт бірлігіндегі зиянды заттарды бөлу қарқындығы (мг/сағ); См, Сприт – ауадағы зиянды заттардың концентрациясы, См = ШРК, Сприт=0 концентрациясы мг/ м$^3$– мен өлшенеді; γ – жұмыс аумағының ауасына зиянды заттардың түсуінің біртексіздік коэффициенті. Сондықтан ауа мөлшері вентиляциялық ойық ауданымен есептеледі: $F=C_м/3600v$, (м$^2$), газоходтағы ауаның жылдамдығы v =0,5 – 3 м/с ;

б) жылу қалдықтарын жою үшін $L= Q_{жою}/cg(t_{УХ}–t_{ПРИТ})$, (м$^3$/час), $Q_{жою}=Q_{ПОСТ}–Q_{УХ}$, (Дж·м$^3$/с), с және g жылу сыйымдылық және ауа тығыздығы, tух , tприт – ауа температурасы, $t_{УХ} = t_{РЗ}+\Delta t\cdot(H–2)$; $t_{РЗ}$ – жұмыс аймағының

температурасы; Δt – температуралық ингридиент, температураның бөлме биіктігінен өзгеруін көрсетеді (0,5 – 1,5°С), Н – бөлме биіктігі,м. Нақты ауаның температурасы ыстық немесе суық мерзімдерде алынады: $t_{прит}$ – суық мерзім үшін – қаңтар, ыстық период үшін – шілде айлары. Ауа еселігі k= c/v, [1/сағ], с – ауа көлемі, V – аудан көлемі. k>3 кезінде жергілікті желдету жүйесі, ал, k<3 кезінде – жалпы алмасу желдету жүйесі ұсынылады. Таза аудандар үшін L= $n \cdot \omega_0$, мұнда: n – жұмысшылар саны, $\omega_0$– бір жұмысшы үшін қажетті ауа мөлшері (20–30 м/сағ) .

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

## 5.6 Жерлендіруді есептеу

Есептеуге арналған бастапқы мәндер:

1. *P*=5 кВт – құрылғының трансформатордан алатын электрэнергия қуаты;
2. *U*=380 В – құрылғы жұмыс істейтін айнымалы кернеуі;
3. ААШвУ 4х6 кабелінің параметрлері:

ρ=0,028 (Ом·мм/м) – алюминидің меншікті кедергісі;
*S*=6 мм – өткізгіштің көлденең қимасы;
*l*=200 м – өткізгіш ұзындығы;

4. *R*=1000 Ом – адам денесінің кедергісі;
5. *k*=1,4 – номинал тоқтың бөлгіш коэффициенті;

Мыс және алюминиелік өткізгіштердің ішкі индуктивті кедергілердің $X_ф$ және $X_н$ мөлшерлері салыстырмалы аз, сондықтан оларды елемеуге болады [18].

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

$$X'_п = wL = w\frac{\mu_0 l}{\pi}\ln\frac{d}{r} \text{ Ом/м} \qquad (5.1)$$

мұндағы: $w$ – бұрыштық жиілік, $w = 2 \cdot \pi \cdot f = 314$ рад/с;
$L$ – линия индуктивтілігі;
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;
*l* – линия ұзындығы;
*d* – өткізгіштер арасындағы ара қашықтық, м;
r – өткізгіш радиусы, м;

Осыдан:

$$X'_n = 3{,}14 \cdot 4 \cdot 10^{-7} \cdot 2{,}3 \cdot \ln\frac{d}{r} = 0{,}29 \cdot \ln\frac{d}{r} \text{ Ом/км} \quad (5.2)$$

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

$$I_{кт} > k \cdot I_{ном} \quad (5.3)$$

мұндағы: к – номинал токтың бөлгіш коэффиценті;
$I_{ном}$ – номинал ток.

Бұл жағдайда Ікз үшін комплексті түрде өрнек келесідей болады:

$$I_{кт} = U_ф/(Z_т/3 + Z_ф + Z_н + jZ_п) \quad (5.4)$$

мұндағы: Zт – үш фазалы ток көзінің (трансформатордың) орамдарының толық кедергі комплексі;

Zф=Rф + jXф – фазалық өткізгіштің толық кедергі комплексі;

Zн=Rн + jXн – нөлдік өткізгіш толық кедергісінің комплексі;

Rф, Rн – фазалық және нөлдік өткізгіштерінің активті кедергілері;

Xф, Xн – фазалық және нөлдік өткізгіштердің ішкі индіктивті кедергілері;

Xп – контурдың сыртқы индуктивті кедергісі (фазалық өткізгіш – нөлдік өткізгіш).

Бұл өрнекті басқаша келесідей етіп жазуға болады:

$$I_{кт} = U_ф/(Z_т/3 + \sqrt{(R_ф \pm R_н)^2 + (Z_ф + Z_н + Z_п)^2}) \quad (5.5)$$

Ікт есептеу үшін алдымен кәбілдің түрі мен маркасын таңдап алу қажет, содан кейін кәбілдің мінездемелеріне байланысты есептеулер жүргізу қажет.

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

$$I_{ном} = (5 + I_{жкт})/2.5 \quad (5.6)$$

мұндағы: $I_{жкт}$ – жүктеме тогы

$$I_{жкт} = P/(\sqrt{3 \cdot U \cdot cos\varphi} \quad (5.7)$$

мұндағы: $P$ =5000 Вт;
$U$ =380 В;
cosφ=0,8

$I_{жкт} = 5000/(\sqrt{3 \cdot 380 \cdot 0.8} = 9.5$ А

Бұдан тұтынушы номинал ток :

$I_{ном} = (5 + I_{жкт})/2.5 = 19$ А

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

$$k \cdot I_{НОМ} \geq 1{,}4 \cdot 19 = 27A$$

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

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

$$R_{Ф} = \rho \cdot l / S \qquad (5.8)$$

мұндағы: ρ = 0.028 (Ом х мм/м) – алюминидің меншікті кедергісі;
l – өткізгіштердің ұзындыңы (м);
S – өткізгіштердің кесуі(мм).
Фазалық өткізгіштің активті кедергісі:

$$R_{Ф} = R_{Н} = 0{,}028 \cdot 200/6 = 1Ом$$

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

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

$$I = 220 \Big/ (Z_T/3 + \sqrt{(R_{Ф} \pm R_{Н})^2}) \qquad (5.9)$$

$$I = 220 \Big/ (0{,}906/3 + \sqrt{(1 \pm 1)^2}) = 51A$$

Жүйенің өшіргіш қабілетін қамтамасыз ету үшін автоматты өшіруші таңдау қажет. Ікз мәні келесі шартты қанағаттандыру керек:

$$I_T > k \cdot I_{НОМ} \quad (5.10)$$

51>27

Бұл жағдайда тию кернеуі:

$$U_K = I_T \cdot Z_H \quad (5.11)$$

$$U_K = 51 \cdot \sqrt{1} = 51B$$

Адам денесінен өтетін тоқ:

$$I_h = U_K / R_h \quad (5.12)$$

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

$$I_h = 51/1000 = 5{,}1мА$$

Есептеулер нәтижесі бойынша жерлендіруді қолданғанда адам денесінен өтетін ток – 5,1 мА, ал адам денесінің кедергісі $R_h$=1000 Ом. Токтың бұл мәні адам үшін аса қауіпті емес.

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

Үлкен көлемдегі өртті сөндіру үшін көмірқышқыл – хладон құрамының есептік салмағы келесі өрнекпен анықталады [19]:

$$m_d = k_6 \cdot g_n \cdot V \quad (5.13)$$

Бұл жерде: $k_6$ = l,2 – көмірқышқыл – хладон құрамының есептелмейтін жоғалтулар өтемнің коэффициенті;

$g_n$ = 0,4 кг/м3 – көмірқышқыл–хладон құрамының нормативтік жаппай шоғырландыруы;

$V$ – бөлменің көлемі.

$$V = A \cdot B \cdot H \quad (5.14)$$

мұндағы: $A$ = 5 м – бөлме ұзындығы;

$B$ = 3 м – бөлме ені;

$H$ = 3 м – бөлме биіктігі.

Сонда: V = 5·3·3=45 м$^3$

Осыдан шығатыны:

$m_d = 1.2 \cdot 0.4 \cdot 45 = 21{,}6 кг$

Баллондардың есептік саны $\xi_2$ көмірқышқыл – хладонның 25 кг құрамының 40 литрлік баллонға сыйымдылығынан анықталады. Сондықтан екі баллон орнатылады.

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

$$d_i = d_l \cdot \sqrt{\xi_2} \tag{5.15}$$

мұндағы: $d_i$ – баллонның сифондық құбырының диметрі, мм;

$\xi_2$– бір мезгілде оқталатын баллондар саны.

Сонда: $d_i = 12 \cdot \sqrt{2} = 17 мм$

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

$$l_2 = k_7 \cdot l \tag{5.16}$$

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

$l$ = 3м – жоба бойынша құбырдың ұзындығы.

Сонда:

$l_2$ =1.2·3=3,6 м

Суландырғыштың шығыс саңылауының қимасының ауданы $A_2$, мм$^2$, келесі формула бойынша анықталады:

$$A_2 = \frac{S}{\xi_1} \tag{5.17}$$

мұндағы: S – магистралді құбырдың қимасының ауданы, мм$^2$;

$\xi_1$– суландырғыштардың саны.

Сонда:

$$A_3 = \frac{3.14 \cdot 8.5^2}{1} = 226.865 мм^2$$

Көмірқышқыл – хладон құрамының шығыны 0, кг/с, құбырдың баламалы ұзындығы мен оның диаметріне байланысты 1,4 кг/с тең.

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

$$m = 1.1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_8}{k_6}\right) \quad (5.18)$$

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

$k_6$ – кесте бойынша алынады.

Нәтижесінде:

$$m = 1.1 \cdot 21{,}6 \cdot \left(1 + \frac{0.2}{1.2}\right) = 27{,}72 кг$$

Алған нәтижелерден келесідей қорытынды жасауға болады, автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмысы жасауын қамтамассыз ету үшін сыйымдылығы 40 литр және қалыпты қысымы 12,5 МПа болатын 1 баллон көмірқышқыл – хладон құрамы қажет болады. Бөлмеде заряд шығарылымының ұзақтығы 0,26 с болатын 1 суландырғыш орнатылған.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада Махамбет қала маңына LTE технологиясының көмегімен ұялы байланыс желісін орнату мәселесі қозғалды. Сымсыз байланыс желісінің иновациялық дамуы мен ауылды жерлерге интернет енгізудің маңыздылығы көрсетілген болатын. Жобада 4G желісі жоспарланатын аумақтың жалпы мінездемесі берілген. Құрылғы таңдалынып, жүйенің негізгі параметрлері, базалық станцияның қамту аумағы мен жоспарланып жатқан аумақтағы LTE желісінің сыйымдылығы есептелді. Бұл жобаны жүзеге асыру үшін “ Ericsson ” компаниясының құрылғылары мен “ Kathrein ” фирмасының секторлы антеннасы таңдалды.

Есептеу бөлімінде аумаққа қызмет көрсететін 4 базалық станция қажет екендігі анықталды. Есептеулер нәтижесінде максималды рұқсат етілген жоғалтуы 126,5 дБ болды, және де көрсетілген нәтиже қала маңы үшін тиімді болып табылады. Бір базалық станцияға келетін абоненттер саны 750 абонентті құрады.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде базалық станция жұмыс істеп тұратын бөлменің ауа алмасу, автоматты өрт сөндіру жүйесі қарастырылып, есептеулер жүргізілді.

Экономикалық бөлімінде жобаланатын желіні толығымен іске қосу үшін қолданатын қаражат мәселесі қарастырылған. Экономикалық есептеулер жүргізу барысында капиталдық салымның қайтарылу мерзімі 1,26 жыл, экономикалық тиімділік 0,79 – ға тең. Осы көрсеткіштерге қарап желіні ұйымдастыру сапасы жағынан да, бағасы жағынан да қиындықсыз әрі сапалы жүзеге асады деп тұжырымдауға болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:


1. В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, В.И. Дмитриев. Системы мобильной связи / СПб ГУТ. – СПб,1999. – 330с.

2. Карташевский В.Г. и др. Сети подвижной связи. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.

3. Печаткин А. В. Системы мобильной связи. Часть 1. - Рыбинск: РГАТА, 2008.

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

5. Баева Н.Н, Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2000

6. Бабков В.Ю. Общие подходы к задачам планирования и оптимизации 2G - 4G сетей подвижной связи, СП, 2011.

7. Гельгор А.Л, Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб, пособие, — С.: Изд-во Политехн, ун-та, 2011. — 204 с.

8. Варукина Л.И. Производительность сети TD-LTE в сравнении с WiMAX. MForum.ru, 2010.

9. Мясковский Г.М. Системы производственной радиосвязи: Справочник. - М.: Связь, 1980.

10. Коньшин С.В., Сабдыкеева Г.Г. Теоретические основы систем связи с подвижными объектами: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2002.

11. Андрианов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб. БХВ Петербург Арлит, 2001.

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

13. Макаров С. Б, Певцов Н. В, Попов Е. А, Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM. —М.: Издательский центр “Академия”, 2006. - 256 с.

14. Хакимжанов Т.Е. Жандаулетова Ф.Р., БЖД. Дипломное проектирование. Расчет воздухопровода и выбор вентилятора. – Алматы: АИЭС, 2006. – 22 с.

15. Спивак Г.И. Шепелев А.Г. Электробезопасность на предприятиях связи. - М. Радио и связь. М. Энергоатомиздат, 1984. -448с.

16. Волков О. М. Пожарная безопасность вычислительных центров. – М.: Стройиздат, 1990. – 416 с.

17. Баклашов Г.Д, Под ред. А.Р, Охрана труда на предприятиях связи: Учебник. Естественное и искусственное освещение. Часть 4. Козловского. - А.:1994. - 123с

18. Акинчев Н.В. Общеобменная вентиляция цехов с тепловыделениями – М. Стройиздат. 1984

19. Хакимжанов Т.Е, Сборник задач по охране труда и безопасности жизнедеятельности. - Алматы: Эверо, 2007.

20. Алибаева С.А., Методические указания к экономической части дипломного проекта для специальности (для всех форм обучения, направление 652400 – радиоэлектроника и телекоммуникации). - Алматы. АИЭС. 2009

21. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Е. Зимина. - М.: Радио и связь, 2000.

22. Волков О.И, Экономика предприятий связи. – М.: Экономика, 2005

23. Н.П. Резникова, Маркетинг в телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 2002

24. Буров В.П., Новиков О.И., Бизнес-план: методика составления. – М.: ЦИПКК, 2004

25. http://ngconnect.org/ - электронды ресурс

26. http://www.kathrein-scala.com/catalog/742215

27. https://lafibre.info/images/4g/201004_ericsson_rbs6201

28. http://ru.wikipedia.org/wiki/3GPP_Long_Term_Evolution

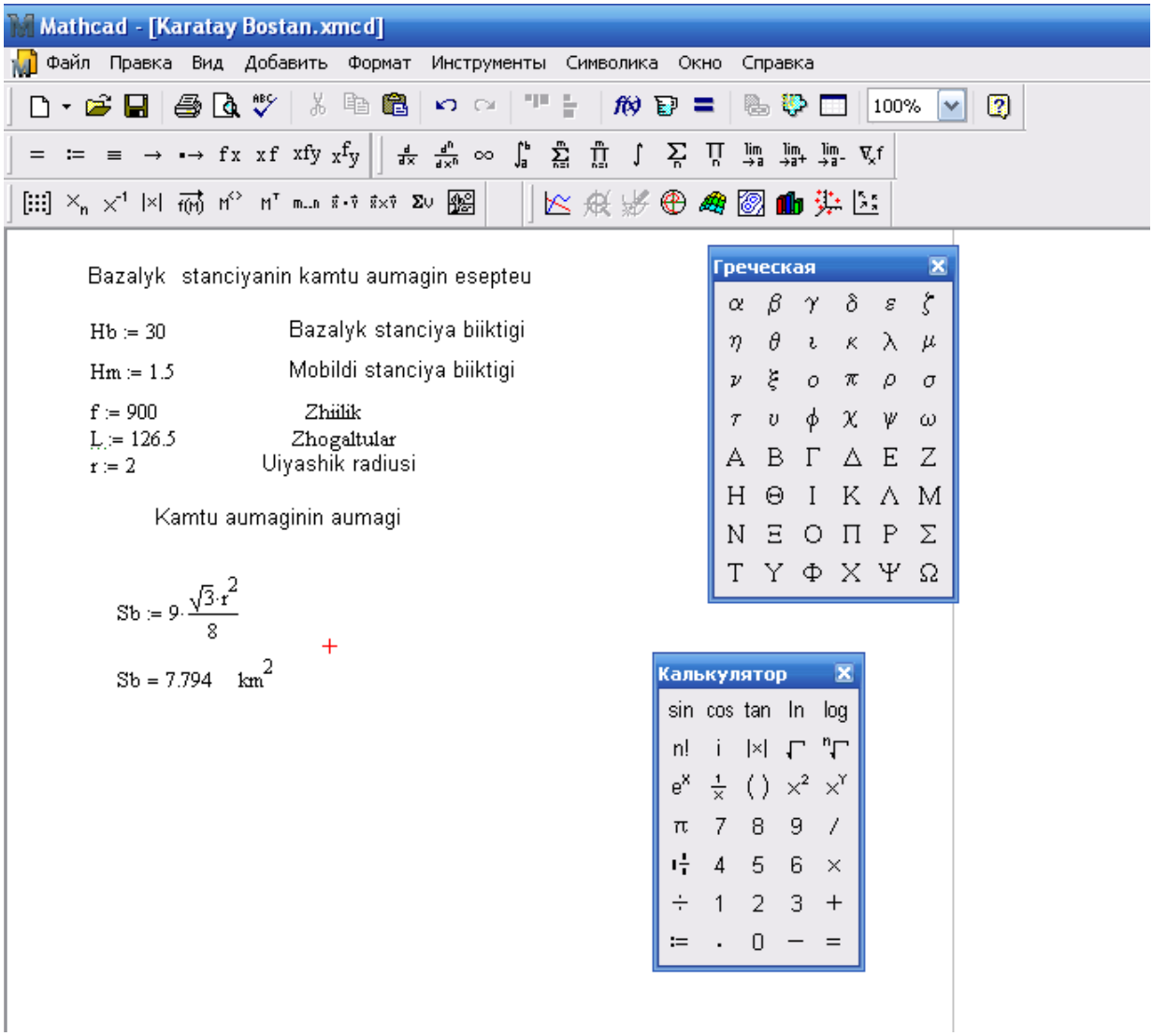
29. http://ru.wikipedia.org/wiki/Кызылорда

30. http://new.lantel.kz/ - құрылғылар каталогы

## ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

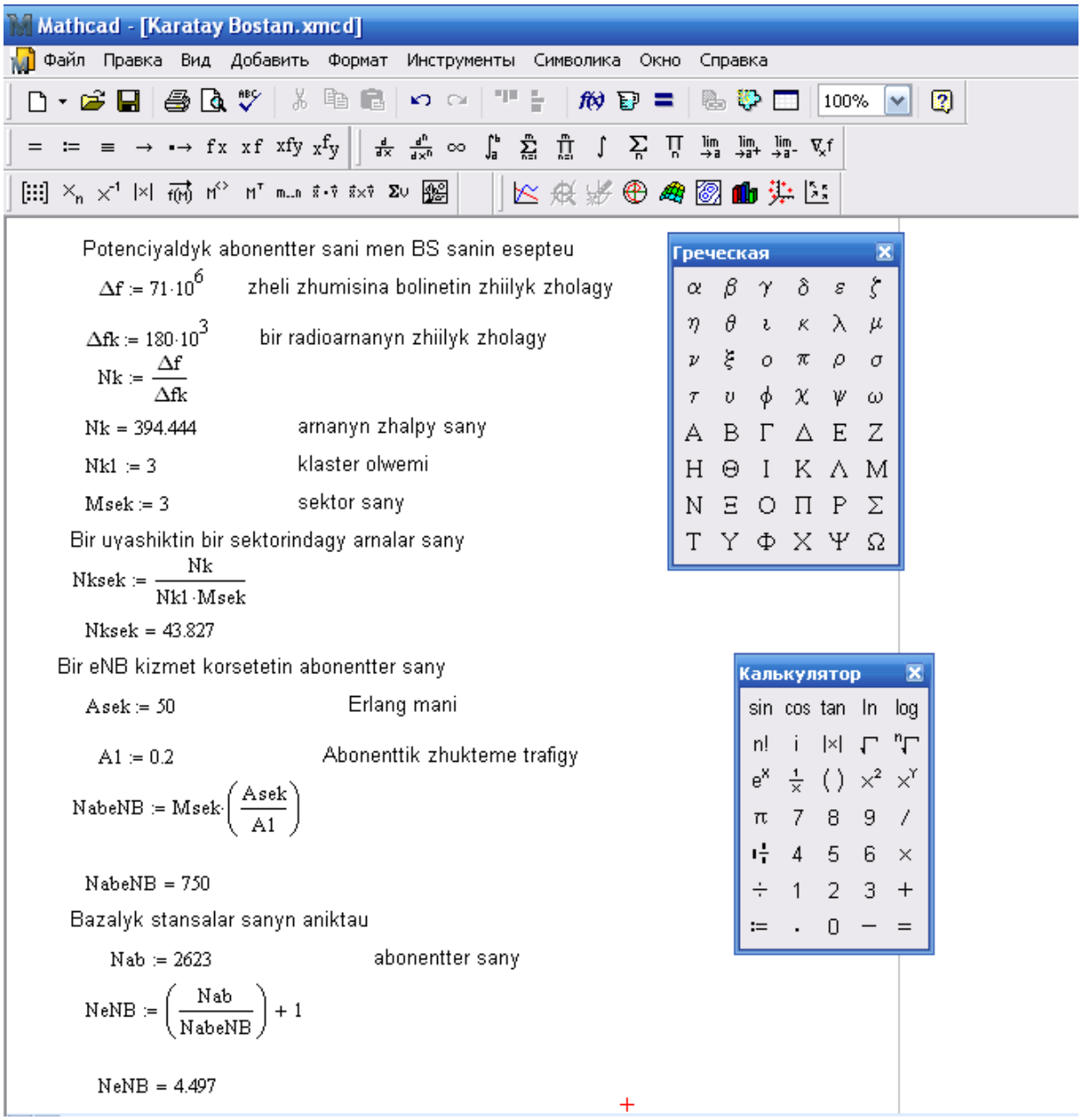
LTE ( Long Term Evolution) – ұзақ уақытты даму
BTS – базалық станция
BSC – базалық станция контроллері
CIR – кепілденген өткізу жолағы
MSC – коммутациялық орталық
MS – мобильдік станция
MIR – максималды тарату жылдамдығы
PSU (Power Supply Unit) – қоректену блогы
SU (Subscriber Unit) – абоненттік терминал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

# А ҚОСЫМШАСЫ



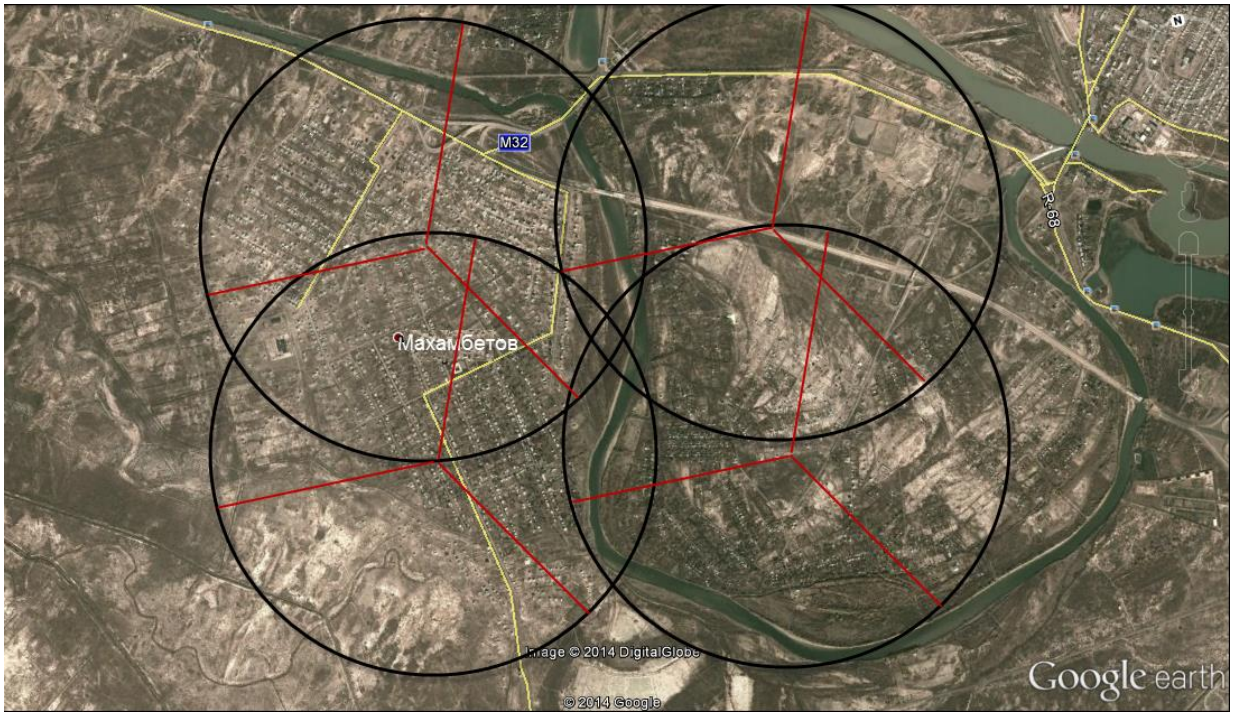

А.1 Сурет – Махамбет қала маңында жобаланатын LTE желісінің қамту аумағының ауданын есептеудің MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеме көрінісі

# Ә ҚОСЫМШАСЫ




Ә.1 Сурет - MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеме көрінісі

# Б ҚОСЫМШАСЫ




Б.1 Сурет – Махамбет қала маңында жобаланатын LTE желісінің базалық станцияларының орналасу картасы