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. Шаншахметов Д.Р.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «_____» _____ 20___ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Талдау қалаларды 4G негізінде ұялы байланыс жүйелерін жобалау

мамандығы бойынша

Орындаған Сеидербаева Аңсерік

(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Агатаева Б.Б доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша : ЭТК профессор Д. Базиев

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «26» 05 2014 ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

аға оқытушы Торбаев О.О.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «15» 05 2014 ж.

(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

ІІІК оқытушы Сейтенова Д.О.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «27» 05 2014 ж.

(қолы)

Агатаева Б.Б. доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ «25» мамыр 2014 ж.

(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

ТКЖ каф аға оқытушысы Темирханова Э.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 Оалиева Ай Герім Серікқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Тараз қаласында 4G негізінде ұялы байланыс желісін жобалау

ректордың «24» 09.13 № 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) N_a = 395 арна - арналардың жалпы саны;
2) N_{eNB} = 9 - жалпы базалық станциялардың саны;
3) $I_{ж}$ = 4,8 А - жүктеме тоғы;
4) $P_{қал}$ = -11 дБ - қабылдау нүктесіндегі пайдалы сигнал қуаты;
5) $P_{жалпы\ ЕУЖС}$ = 1095,95 Мбит/с - ЕУЖС-дағы жобаланатын желінің жалпы трафигі

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

1) Төртінші ұрпақ технологиясына талдау жасау;
2) Құрылғыға таңдау жасау;
3) Long Term Evolution технологиясының басты ерекшеліктері
4) Есептеу бөлімі
5) Өміртіршілік қауіпсіздігі
6) Бизнес - жоспар

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1) 4G технологияларының салыстырмалы сипаттамасы
2) LTE жүйесінің жалпылама құрылымы
3) LTE жүйесінің тармақталған архитектурасы
4) IMT-Advanced жүйесінің параметрлері
5) Тараз қаласында қолданылатын LTE жүйесінің базалық станцияларының орналасу картасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1) Варакина Л.И. Планирование сетей LTE, технические предпосылки объединения операторов. М.Горит. тл, 2010
2) Гельгор А.Л, Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие,- С.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.-204с.
3) Кашимжанов Т.Е., Жандаулетова Ф.Р, БЖД. Дипломное проектирование. Расчет воздуховода и выбор вентилятора. -Алматы: АИЕС, 2006. - 92.с.
4) Ашбаева С.А, Методические указание к экономической части дипломного проекта для специальности (для всех форм обучения, направление 6С2400 - радиоэлектроника и телекоммуникации) Алматы. АИЭС 2009

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңестілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Электроника	Бабаев О.В.	14.04 – 26.05.14	
Өмір тірі қауіпсіздік	Тобаев О.Д.	08.04 – 15.05	
Негізгі бөлім	Ахатаева Б.Б	04.09.13 – 25.05.14	
Экономикалық бөлім	Сейтжанова Ж.С.	5.05.14 – 27.05.14	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Тортінші ұрпақ технологиясына таңдау жасау	04.10.13 – 24.10.13	
2.	LTE технологиясына қажетті құрылғыны таңдау	20.11.13 – 02.12.13	
3.	Есептеу бөлімі	03.12.13 – 5.02.14	
4.	Өндіріштік қауіпсіздігі	10.02.14 – 14.03.14	
5.	Бизнес - жоспар	17.03.14 – 18.04.14	

Тапсырманың берілген уақыты «04» бірінші 2013 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т. ғ. к. Шағымметов Д. Р.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

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

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Сеңлеубаева А. С.
(қолы) (аты -жөні)

АҢДАТПА

Дипломдық жобада 4G (LTE) технологиясының негізінде заманға сай дамыған байланысты ұйымдастыру мәселесі қаралады. 4G байланыс жүйесінің сипаттамалары, оны құру сұлбасы және құрылғылары қарастырылған. 4G технологиясын пайдалана отырып базалық станция қамту аумағын, абоненттік жүктеме және базалық станцияның күшейткіші есептелген. Сонымен қатар, осы жобаның бизнес – жоспарымен, техникалық – экономикалық негіздемесін енгізу әзірленген, жабдық пайдалануда өмір тіршілігі қауіпсіздігі мәселелері баяндалған, сонымен қоса базалық станция антеннасының адам денсаулығына тигізетін әсерін алдын – алу қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассматривается вопрос организации современной развитой связи на основе технологии 4G (LTE). Рассмотрены характеристики стандарта 4G, схема построения и состав оборудования. С учетом использования технологии 4G рассчитаны зоны покрытия базовой станции, абонентская нагрузка, усилитель базовой станции. Кроме того, был разработан бизнес – план, технико – экономическое обоснование внедрения данного проекта, описаны меры безопасности жизнедеятельности при эксплуатации оборудования, а также были рассмотрены отрицательные влияния антенн.

ABSTRACT

In the degree project is considered the question of the organization of the modern developed communication on the basis of technology 4G (LTE). Standard 4G characteristics are considered, the scheme of construction and equipment structure. Taking into account use of technology 4G cover zones of a base station, subscriber loading, the amplifier of a base station are calculated. Besides, the business plan, the feasibility study on introduction of this project was developed, activity security measures are described at equipment operation, and also negative influences of antennas were considered.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 8
1 ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ТАЛДАУ 9
1.1 Тараз қаласындағы байланыс желісінің қазіргі кездегі жағдайы 9
1.2 Төртінші ұрпақ түсінігі технологиясына шолу және ерекшелігі 10
1.3 Long–Term Evolution технологиясының басты ерекшеліктері 15
1.4 LTE стандартының желілік архитектурасы 17
1.5 LTE желісі ұсынатын қызметтер 18
1.6 LTE желісін құру үшін құрылғыны таңдау 19
2 LTE ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ТАЛДАУ 25
2.1 Тараз қаласының аумағында LTE желісі үшін қамту аумағын есептеу 25
2.2 Тараз қаласының аумағында eNB–ның жиілікті – аймақтық бөлінуі және жағдайға байланысты орналастырылуы 28
2.3 Желінің өткізу қабілетін есептеу 30
2.4 Потенциалдық абоненттердің санын есептеу 31
2.5 Базалық стансалардың санын есептеу (Node B) 33
2.6 Қажетті қуатты есептеу 35
2.7 БС тиесілі жүктемені есептеу 35
2.8 РРЖ пролетін есептеу 36
2.9 Байланыстың тұрақтылығын есептеу 38
2.10 Қабылданатын дабыл қуатын есептеу 44
2.11 Көп сәулененудің таралуының нәтижесіндегі кідіріс 45
2.12 Пайдалы дабылдың қуатын есептеу 46
3 БИЗНЕС ЖОСПАР 48
3.1 Түйін 48
3.2 Компания және сала 48
3.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу 49
3.4 Нарықтық өтімді талдау. Нарық қызметтерін зерттеу 49
3.5 Менеджмент 50
3.6 Маркетинг стратегиясы 50
3.7 Қаражат жоспары 51
3.8 Табысты есептеу 52
3.9 Пайдалану шығындары 55
3.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу 58
4 ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ 61
4.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау 61
4.2 Санитарлы талаптар және ережелер 63
4.3 Ауаны баптау жүйесін есептеу 64
4.4 Кондиционерді таңдау 69
4.5 Өмір қауіпсіздігін қамтамасыз ететін техникалық шешімдер 70
ҚОРЫТЫНДЫ 75

Қысқартылған сөздер тізімі 76
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 77
А Қосымшасы 79
Ә Қосымшасы 80
Б Қосымшасы 81
В Қосымшасы 82
Г Қосымшасы 83

КІРІСПЕ

Байланыс жүйесінің қызметі кез келген мемлекеттің өмір сүруінің «күретамыры» іспеттес. Мемлекеттердің экономикалық қуаты, халықтарының өмір сүру деңгейінің жоғарылығы, дүниежүзілік қауымдастықтағы рөлі мен салмағы сол елдің техникалық даму деңгейімен анықталады.

Әр елдің телекоммуникациялық басқару саласы өзіне тән ерекшелікке ие. Әр түрлі бағыттағы телекоммуникациялық жүйенің одан әрі дамуы мен бәсекеге төзімділігі қатынау желілерін таңдау бойынша операторлардың қабылдаған шешіміне тәуелді анықталады. Қазіргі кездегі қолданысқа енетін және аса жоғары құнымен, төмен сенімділігімен танымал болған рұқсат желілерінің көбісі ақпараттық коммуникациялық қызметтердің жаңа түрін қамтамасыз ете алмайды.

Біздің айналамызда тек ұялы байланыс желісі үшін ғана емес, басқа да қолданыста сымдарды азайту мақсаты көзделген. Бұл өте тиімді әрі ыңғайлы, себебі, ыңғайлы терминал – комммуникатордың көмегімен кез–келген уақытта, кез–келген жерде қажетті іскерлік немесе жеке ақпаратқа қол жеткізуге мүмкіндік бар. Бұл әлі де болса, жылдам қозғалатын автокөліктерге орындалмағанымен, бұл мәселе шешімін табуда. Алайда бұл әлі де аздық етеді.

Қазіргі таңда 3G–дың ұялы байланыс желілері кең қолданыста. 3G–дың стандарттары – CDMA2000 стандартының дамыған түрі американдық IMT2000–MC стандарты, GSM желісінің UMTS стандартымен белгілі еуропалық IMT2000–MC стандарты екінші ұрпақ желілерінде қолжетімсіз мультимедиялық ақпараттарды тарату, жоғарғы жылдамдықты ғаламтор қызметтерін қамтамасыз етті.

Ұялы байланыс аймағында әлемдік телекомуникациялық технологиялардың дамуы дүниеге төртінші ұрпақты алып келуіне себепші болды. Ол телекомуникациялық жабдықтардың сапасын арттырды. Бұл деген көрсетілетін қызметтердің сапасының жоғарылығы және ақпарат жіберу жылдамдығының артуы. Жоғарыда айтылған қызметтерді жүзеге асыратын технологиялардың бірі Long Term Evolution технологиясы, қысқаша LTE. Соған орай LTE технологиясының көмегімен жұмыс істейтін ұялы байланыс желілері LTE желісі деп аталады.

LTE технологиясы – бұл бірінші кезекте жылдамдық. “ВымпелКом” бизнесі Қазақстанда байланыстың 4 буынымен дамып келеді, сондай–ақ компания әлемдік телекоммуникация нарығындағы соңғы жаңалықтарды қолдануда. Қазақстандық LTE байланыс жүйесі — ТМД елдері ішіндегі 700 МГц диапазонында жұмыс істейтін алғашқы жүйе.

Бұл дипломдық жоба 4G технологиясының көмегімен жобаланатын Тараз қаласындағы ұялы байланыс желісіне арналған. 4G(LTE) технологиясын бүкіл еліміз бойынша енгізуді қарастыру қажет. Себебі, 3G технологиясын ендіруді

созып алғандаймыз. Менің ойымша, LTE технологиясының болашағы зор деп санаймын.

1 ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ТАЛДАУ

1.1Тараз қаласындағы байланыс желісінің қазіргі кездегі жағдайы

Тараз – Жамбыл облысының орталығы. XVIII ғасырда бұл қала Әулие–Ата деп аталған. 1936–1937 жылдар аралығында Мирзоян деп аталған. 1937–1997 жылдары Жамбыл, 1997 жылы 8 қаңтарда тарихи аты – Тараз атауы қайтарылды. 1997 жылы Сарысу ауданы мен Тараз қаласы біріктіріліп, аудан орталығы Тараз қаласы болып белгіленді. Қаланың халық саны: 380 000 адам (2013 жылғы мәлімет) Тараз қаласының халық санының 70% қазақтар. Қалада бұрынғы фосфорит өндірісінің негізінде құрылған акцион, қоғамдар мен өндірістік кооперативтер жұмыс істейді. Тараз қаласында мемлекеттік көпсалалы колледж жұмыс істей бастады. Тек соңғы жылдардың өзінде бес балабақша ашылды. Таразда қаратау тауларының бөктерінде Қаратау фосфор зауыты жұмыс істеп тұр. Бұл зауыт фосфор шығарудаң әлемде беделді орындардың бірінде. Облыста бірдей 3 зауыт ашылған болатын, солардың бірі «Жамбыл фосфор зауыты», «Химпром», «Жаңа Жамбал фосфор зауыты». Қалада темір құрастырушы зауты, автожөндеу зауыты, «Автобөлшектер» зауты т.б. зауыттар жұмыс істеп тұр.

Аудан тиімді географиялық аумақта орналасқан.Облыстың айтарлықтай аумағын Бетпақ–Дала және Мойынқұм алады, тек оңтүстік–батыс, оңтүстік және оңтүстік–шығыс шеті таулармен шектелген (Қаратау, Қырғыз және Шу–Іле Алатау таулары). Рельефтің бұл ерекшелігі облыс климатына әртүрлілік ендіреді.

Аймақтың әлеуметтік–экономикалық даму динамикасы нақты секторда да, әлеуметтік салада және инфраструктура комплексінде де оң өзгерістермен сипатталады. Интернетке қолжетімділік жалпы орта білім беретін мектептердегі оқу–тәрбие үрдісін жаңартуға септігін тигізуде. Қазіргі таңда аудан орталығында қашықта орналасқан мектептер соңғы үлідегі технологиялар арқылы интернет желісін пайдалануға қол жеткізуде. Үстіміздегі жылдың тоғыз айының қорытындысы бойынша облысымыздың 454 мектебі 100 пайыз телефон байланысымен қамтамасыз етіліп, оның 442–сі кең арналы интернет жүйесіне қосылған. Облыста ADSL технологиясына–155, CDMA технологиясына – 8, EVDO технологиясына –149, Sky Edqe спутникті интернетке 26 мектеп қосылған. Соңғы үлгідегі Sky Edqe технологиясы қызметін Қордай ауданында–6, Мойынқұмда–7, Сарысуда–2, Таласта 11 мектеп пайдаланып келеді. Жыл басынан бері Wi Fi технологиясы арқылы интернетті желілік байланыс жүйесін 39 мектеп пайдаланады. Жыл аяғына дейін 10 мектепті интернетке қосу көзделуде. Облыстағы 49 білім нысанында e–Iearninq электронды оқыту жүйесі енгізіліп, жоғары 4–10 МБит/сек жылдамдықтағы интернетті пайдалануда. Келесі оқу жылында оны 31 білім мекемесіне енгізу жоспарланып отыр. [29]

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 қызметтерді енгізу қажеттілігі артуда. Қойылған тапсырманы шешу қалааралық және станцияаралық байланысты жаңаша ұйымдастыруға мүмкіндік беретін, электрондық АТС, сонымен қатар талшықты–оптикалық байланыс жолдарын және SDH аппаратураларын кеңінен енгізу арқылы жүзеге асыру көзделген.

Қалада байланыс қызметтерін Шығыс Қазақстан облыстық телекоммуникация дирекциясы АҚ «Қазақтелеком» филиалы қамтамасыз етеді. "GSM Kazakhstan" байланыс операторының KCell, Activ брендтері, «ЖШС Кар–Тел» байланыс операторының Beeline брендтері жұмыс істейді. Байланыс желісі толығымен дерлік цифрлық, ҚТС–да абоненттік жолда бессандық нөмірлену жүйесі қабылданған.

«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. Болжамдарға сәйкес, ҰАСМ құрылысының арқасында магистральдық желіні эксплуатациялау арзандайды, байланыс сапасы жақсарады, сондай–ақ жоғары сапалы цифрлық байланыс арналары мен транспорттық ортаның ұсынылуы негізінде, республикада телекоммуникация нарығының дамуын қамтамасыз етеді.

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.

1.2 Төртінші ұрпақ түсінігі технологиясына шолу және ерекшелігі

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, бейнеқоңырау мен ұялы телекөрсетілімді көруге, т.б көптеген қызметтерге қол жеткізе алады.

Құрылымдардың төртінші ұрпағы біздің пікір бойынша – бұл қалтадағы бағалы мультимедиа кеңсесі. Дәл бұл номадтикалық және бекітілген абоненттер 1 Гбит/с үшін жылжымалы үшін 100 Мбит/ске дейін мұндай төмен түсетін арнадағы жылдамдықтың жүйелерімен қамтамасыз ету бойынша талап IMT–Advanced бағытталған (1.1 Кесте). Олар бастапқы ITU–R M1645 ұсыныста сипатталған, қазір тұрақты түзету кезеңі болып жатыр. Бұл – дауыс қосулар орнату мүмкіндігі, бір уақытта әр түрлі ақпараттық сервистер үшін мүмкіндік – интернетте жұмыс істеу, үлкен көлемді деректерді айырбастау, (IPTV) хабарды жүргізу. Қазіргі таңда барлық қолданушының үйінде (кеңсесінде) бар.

1.1 К е с т е – IMT–Advanced талаптары және LTE Rel.8, LTE Advanced (Rel.10) көрсеткіштерінің мәндері

Параметрлер	IMT–Advanced талаптары	LTE Rel.8	LTE Advanced (Rel.10)
Арнаның кеңдігі	Мин 40 МГц	20 МГц дейін	100 МГц дейін
Шектік спектральды тиімділік: – бәсеңдейтін арна – өрістейтін арна	15 бит/с/Гц 6,75 бит/с/Гц	16 бит/с/Гц 4 бит/с/Гц	16(30)* бит/с/Гц 8,1(16,1)**бит/с/Гц
Кідіріс: – сигналдық мәлімет – қолданушылар мәліметі	<10 мс <10 мс	50 мс 4,9 мс	50 мс 4,9 мс

*– 4x4 конфигурациясы үшін, жақша ішінде – 8x8;
**– 2x2 конфигурациясы үшін, жақша ішінде 4x4

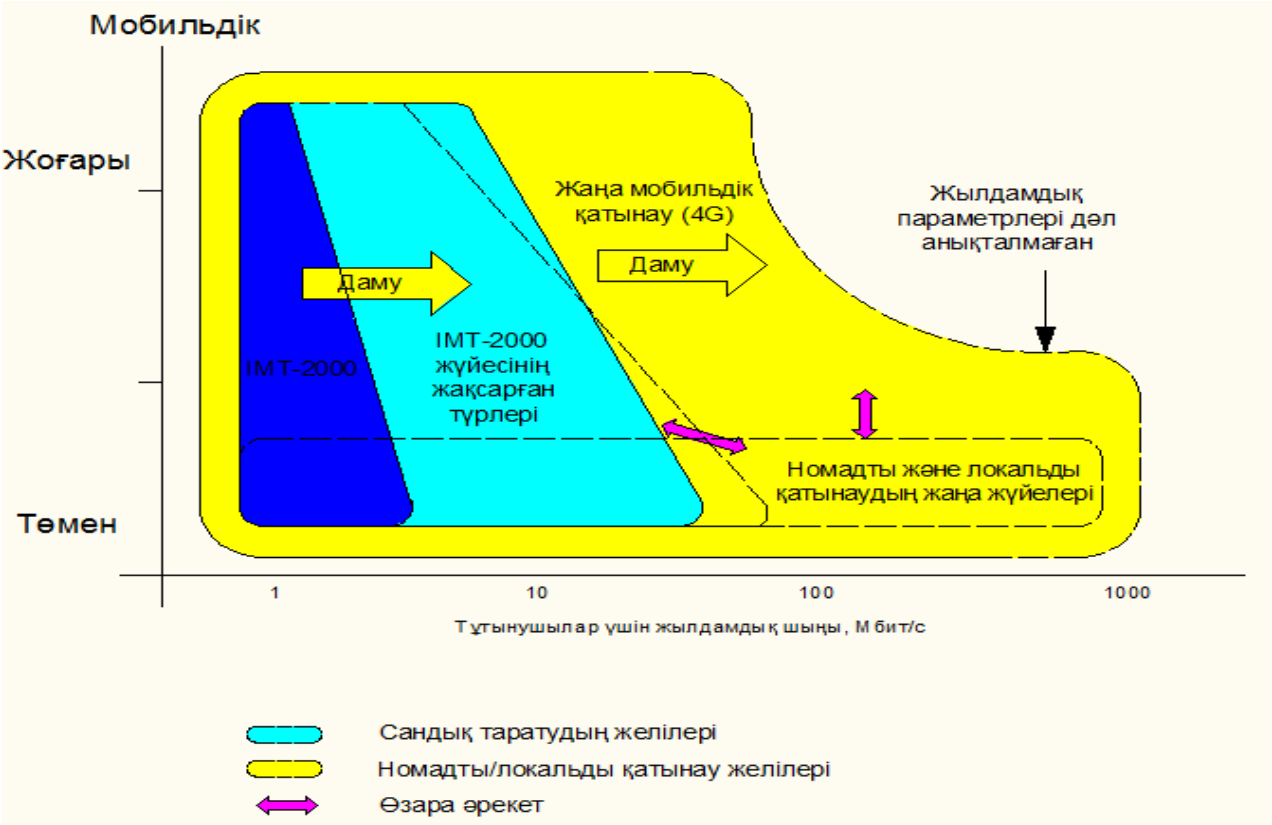
Барлық технологиялар IMT – Advanced адаптивті антенна жүйелері бар жұмысты, антенна жүйелерінің бағытталған диаграммаларын құрастыру функциясын қоса қолдауы керек. Перспективада және динамикалық цифрлар диаграмма құрылуын қолдау. Бірігу деңгейінде тірек толығырақ болуы керек, әр түрлі интерфейстері бар желілерді арасындағы ағындарға шейін. WiMAX те, LTE–Advanced шеңберінде де мына барлық талап жасалатын перспективалы стандарттарды қолдайтынын атап өтеміз.

Сайып келгенде, 4G жүйелер IMT–Advanced стандарттардың пуліне кіру технология сияқты анықтауға болады.

Оларды қолданбалы деңгейде бөледі:

– (жылжымалы/номадтикалық абоненттердің үшін 100/1000Мбит/с) жоғары жылдамдық. Бұл бірнеше мультимедиа ағындарымен жұмысты бір уақытта білдіреді, табиғатқа және QoS–қаталаптар бойынша әр түрлі;

– өзара үйлесімдік жәнебелсенді өзара әрекеттесу. Қолданушы басқа желілерден бөгеуіл сезінбеу керек және тораралық деректерді беруі мәселелерде.



1.1 Сурет – IMT–Advanced жүйесінің параметрлері

4G технологиялық жүйе деңгейінде бейнеленеді:

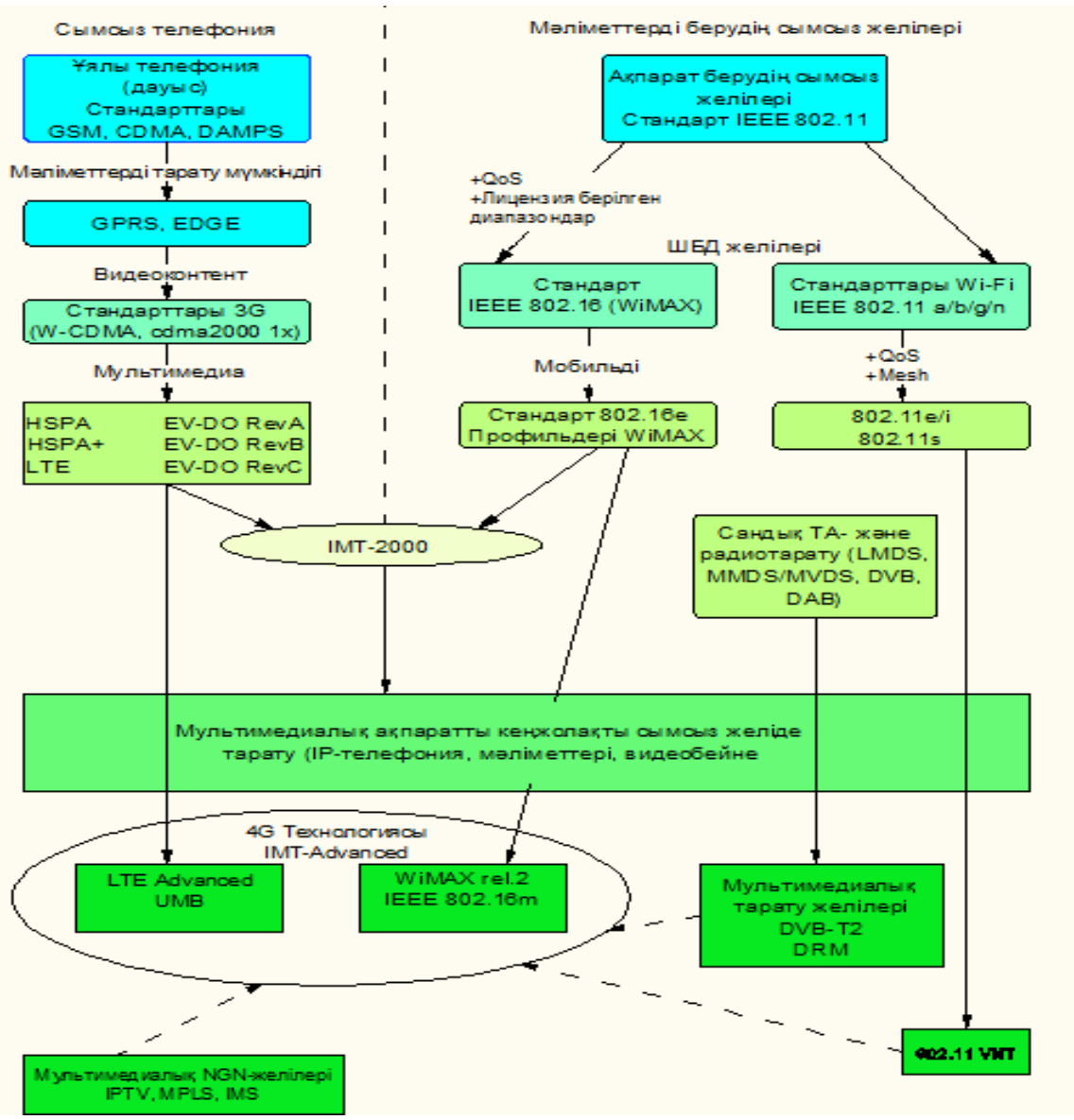
- OFDM модуляцияларына толық өтуімен (қайта шағылыстыру шарттарда жұмыс істеу);
- физикалық радиохаттамалары бірлескен жұмыстың келісушілігі мен деңгейде;
- биік иілгіштік пен жиілік жолақтары, жиілік ауқымдарының таңдауында әдістердің модуляциялары адаптивті қайта құрумен;
- арналық түзететін кодтаудың өте мүлтіксіз әдістерінің қолдануымен (каскадты кодтар, LDPCтың коды, көп деңгейлі интерлингваның дамыған жүйесі мен тағы сол сияқтылар);
- (IPv6 хаттамаларға өтумен), біртұтас NGN–шы әр түрлі стандарттардың жүйелерінің кірігуін мүмкіндік пайда болады – (мысалы MPLS–тың технологиясының негізінде желі) толық IP–ші желінің тіректік/базалық, IMS–ші платформаның қолдауы. Барлық аталған технологиялық ерекшеліктер

төңірегінде микроэлектрон элементтік базасының соңғы жылдарының ақиқатында революциялық табыстарына арқа сүйейді. Бұл өздерінің қабылдау–жіберу құрылымдарының функционалдығына ғана емес. Оған олардың өңдеуін құралдар керек болады. Керісінше, түпкі тұтынушы ТВ және видео қарағысы, жаңалықтармен ауысып және оған үлкенфайлдарды бекіте кеткісі, өлең тыңдағысы, сөйлескісі келеді. Компьютерлер, смартфоны, ноутбуктар және нетбуктар,қолда ұстайтын компьютерлер торлық құрылымдарының қажетті кірігуі үшін және сол сияқты құрылымдарсыз 4G желі жай ғана пайдасыз.

Төртінші ұрпақ жүйелерінің көмегімен мәліметтерді таратудың кеңжолақты қызметтерін, Интернет желісіне қосылу, телефония, бейне және теле бейнелерді нақты уақыт масштабында тарату, әртүрлі ұйымдастыру жолдарымен құрылған мультимедиялық ақпаратты тарату секілді қызметтерді көрсету орындалады. Ең алдымен жоспар бойынша локальды аймақтарды біріктіру, одан кейін бүкіл қалаларды кез келген тұтынушының жұмыс істеуіне ыңғайлы болатындай бір ірі «локальды аймаққа» біріктіру көзделуде. Атап айтқанда, Wi–Fi немесе HotSpot байланыс қызметтеріне еркін рұқсат локальды аймақтарының және кеңсе сыртында қала масштабында WiMAX және LTE байланыс қызметтеріне еркін рұқсат локальды аймақтарының концепциялары дамиды. Тұтынушы өзінің локальды желісінде де, қала ішіндегі желіде де байланыс қызметтерін пайдалана алады.

802.11 және 802.16 топтарындағы стандарттардың одан әрі дамуы 6 ГГц диапазондарында 150 км/сағ жылдамдықпен қозғалыс кезінде байланыс қызметтерін көрсетуді көздейді. Бұл орнатылған байланыс қызметтеріне сымсыз рұқсат көрсеткіштерінен асады және үшінші және одан кейінгі ұрпақтардың ұялы байланыс жүйелерінің мүмкіндіктерімен қосылады. Үшінші ұрпақ радиорұқсат жүйелерінің өзінде радиоинтерфейстерді жетілдіру, олардың спектральды тиімділігі мен өнімділігін арттыру қажеттілігі туындай бастаған еді.

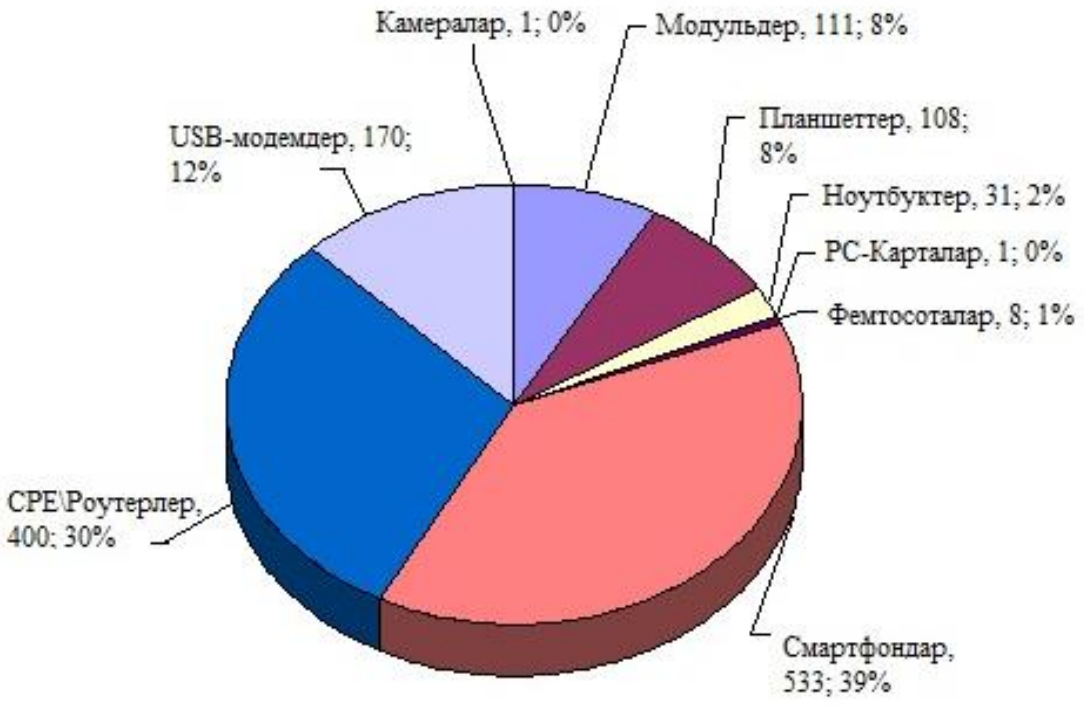
Бұл жетілдіру спектральды – тиімді модуляция және кодтау әдістерін қолдану есебінен орындалды. Мұндай жүйелерде бір тасушыға 100 Мбит/с жылдамдыққа дейін қол жеткен болатын. Нақты классификация – радиорұқсат жүйелерінің құрылымы орындалды. Енді ғана соңғы тұтынушы желісін құру үшін қандай, ал абонентке рұқсат үшін қандай мәселелерді қарастыру керектігі анық бола бастады. 802.11а стандарты үшін байланыс арнасындағы мәліметтерді тарату жылдамдығы 54 Мбит/с және ортогоналді жиіліктік модуляциямен бірге 30 Мбит/с жылдамдығының арқасында абонеттің қалалық немесе локалді желінің кез келген нүктесінде жұмыс істеуі оңай болды. Бұл OFDM–модуляция көмегімен дабылдың тоқтап қалуларға жоғары тұрақтылығы, яғни базалық станцияны тікелей көрусіз (NLOS) және рұқсат нүктесін көрусіз (AP) дабылмен жұмыс істеу мүмкіндігі орындалады.



1.2 Сурет – 4G технологияларының қалыптасуы

Төртінші ұрпақ жүйелерінде ортақ арнаның қорына рұқсат технологиясы ретінде барлық мүмкін болатын арналарды бөлу түрлері қолданылады: жиіліктік бөлу (FDMA) және оның жетілдірілген түрі – ортогоналді жиіліктік бөлу (OFDMA), уақыттық бөлу (TDMA), кеңістіктік бөлу (SDMA), арналарды код бойынша бөлу (CDMA).

Интернетке мобильді кеңжолақты ену әдісін мынадай мобильді байланыстың технологиялары қолданады: WCDMA/HSPA (3.5G), HSPA+(3.75G) жәнеWiMax пен LTE (4G). 4–ұрпақ өкілдерінің бірі LTE болғандықтан оның кез келген тұрғыдан қарағанда мобильді байланыстың ең сапалы әрі жылдам қызметтерін көрсетері анық.



1.3 Сурет – LTE –мен 1371 құрылғы (FDD мен TDD), қаңтар 2014

Жоғарыдағы суреттен мобильді трафиктің ең көп тұтынушылары ноутбук, компьютер, планшетке тиісті екенін көреміз. Бұл LTE желісінің болашағының жарқын екендігінің бірден бір дәлелі болса керек [1], [30].

1.3 Long–Term Evolution технологиясының басты ерекшеліктері

LTE – (ағылшынның Long Term Evolution) — интернет қолданушыларды жоғары жылдамдықты интернетпен қамтамасыз ететін мобильді интернеттің төртінші кезеңі. LTE технологиясы мәліметтерді алдыңғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді. LTE технологиясы мәліметтерді алдыңғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді. Теория жүзінде қабылдауға 326 Мбит/с, жіберуге 178 Мбит/с өткізу қабілетіне ие. Осыған сәйкес бүгінгі таңда интернетті пайдаланушылар саны анағұрлым артуда.

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.

Байланысшылардың көзқарасынша LTE технологиясын игеру жабдықтың өнімділігінің, қамту аймағының, тұтынушыларға қызмет көрсету сапасының артуына мүмкіндік бермек. Сондай – ақ, LTE жаңа мүмкіндіктерінің арқасында радиожиіліктік ресурстарды пайдаланып контент беріп, теледидар, радио және басқа да медиамен бәсекелесе алатын болады.

2G және 3G желілерінің пайдаланушылары өз кезегінде жаңа кезең байланысы қызметтеріне көшу арқылы айтарлықтай жоғары жылдамдықты сымсыз Интернетке қол жеткізіп қана қоймайды, мультимедиялық қосымшалардың бір мезетте ашылуын, дербес медиа–сервис т.б. қызметтердің іркіліссіз жұмысын бағалау мүмкіндігіне ие болады.

2009 жылдың қазан айында «КаР – Тел» ЖШС – сі Қазақстан Республикасының Ақпараттандыру және байланыс агенттігі тарапынан LTE технологиясы негізінде ғимараттар ішінде 4G стандарты байланысын көрсету аумақтарын құруға рұқсат алған болатын. Alcatel – Lucent компаниясымен ықпалдастығы арқасында сынақ аймақтары Алматы қаласында Ашық сату кеңсесі мен Астананың бизнес орталығында ашылды.

Екінші кезеңді 2G желілері теория жүзінде GPRS технологиясы негізінде деректерді тасымалдаудың ең жоғарғы жылдамдығы секундына 56–114 Кбит шамасын құрайды,ал EDGE технологиясы негізінде секундына 473,6 Кбит құрайды. Коммерциялық пайдалануға енгізілгеннен кейін үшінші ұрпақты 3G желілерінде теориялық тұрғыда деректерді тасымалдаудың секундына 28 Мбит жылдамдығы қол жетімді.

Long Term Evolution – IP–технологиясы базасында жоғарғы жылдамдықта мәліметтер тарататын 3G ұрпақты сымсыз байланыстың желілерін құратын технология. 3GPP халықаралық әріптестік біріктіруімен тиісті стандарт өңделген және орнатылған.

LTE стандартын қолдану мақсаты – ұялы байланыс жүйесінің жоғары жылдамдықты мүмкіндігімен қамтамасыз ету.

LTE технологиясын жасаудағы мақсат:

– жоғары жылдамдықты ұялы байланыстың мүмкіндіктерін арттыру;

– мәлімет алмасу бағасын арзандату;

– мәлімет алмасудағы интернет жылдамдығын арттыру;

– қолданыстағы жүйені жақсарту;

– қолжетімді бағада басқа да қызметтерді ұсыну.

LTE технологиясының мүмкіндіктері:

– ұялы телефондар арқылы бейнеқоңырау шалуға болады;

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

– ұялы телефондардан интерактивті ойындарды ойнау, спутникті картаны жылдам ашу, жаңалықтардан бастап фильмдерге дейінгі бейнеконтентті онлайн режимде смартфон арқылы қарау;

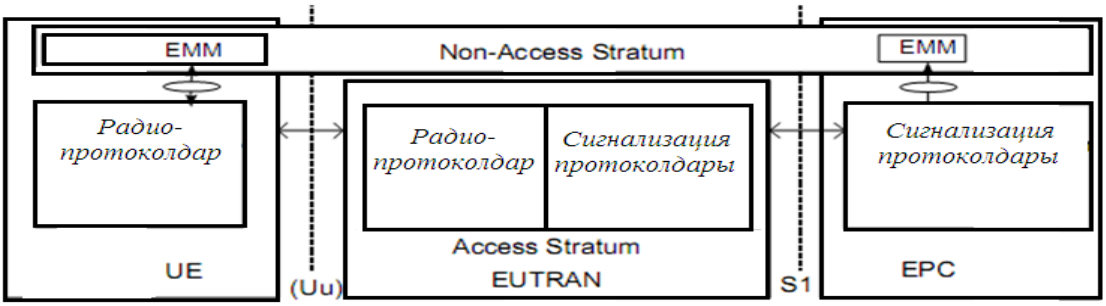
– ноутбуктар мен нетбуктарда HD форматындағы әндер мен фильмдерді жоғары жылдамдықты интернетпен жүктеуге болады.

LTE жиіліктік спектрді жақсы пайдаланады, жоғарғы сыйымдылықпен және аялдаудың аз көрсеткішімен ерекшеленеді, мысалы 5 мс дейін төмендейді. Мәліметтер жіберу жылдамдығының жоғарылауы ұсынылатын қызметтер сапасының артуына мүмкіндік туғызады да, жаңа мультимедиа сервистерінің таралуын тездетеді (көп қолданушы ойындар, әлеуметтік желілер, бейнеконференция, бақылаудың жүйесі, интерактивті онлайндары тағы

басқалар). Оның 5 МГц жолағын талап ететін WCDMA – ден тағы да бір артықшылығы 1.5 МГц–тен 20 МГц дейінгі аралықта жұмыс атқара алады. LTE технологиясы операторларға күрделі және операциялық шығындарды кішірейтуге рұқсат береді, желінің иелігінің жиынтық құнын азайтады, технологиялар және қызметтер конвергенциясының төңірегінде өз мүмкіндіктерін кеңейтеді, мәліметтерлерді жіберуді беру қызметінің табыстарын жоғарылатады. Желі жылжымалы ТВ DVB – H сияқты қызметтер енгізуге рұқсат беретін MBSFN – ді (Multicast Droadcast Single Frequency Network) қолдайды [2].

1.4 LTE стандартының желілік архитектурасы

LTE желінің архитектурасы «тігіссіз» қозғалғыштық пен пакетті трафикті қолдаумен қамтамасыз ету, пакеттердің жеткізуінің ең төменгі кешігулері және қызмет етудің биік сапа көрсеткіштерімен жасалған. LTE стандартының UMTS жүйесіне тән өңдеушілерінің негізгі мақсаты желінің құрылымының мүмкіндігінше максималды жеңілдетілуі және желілік хаттамаларды қайталайтын функцияларының шығарылуы.



1.4 Сурет – LTE желісінің жалпылама құрылымы

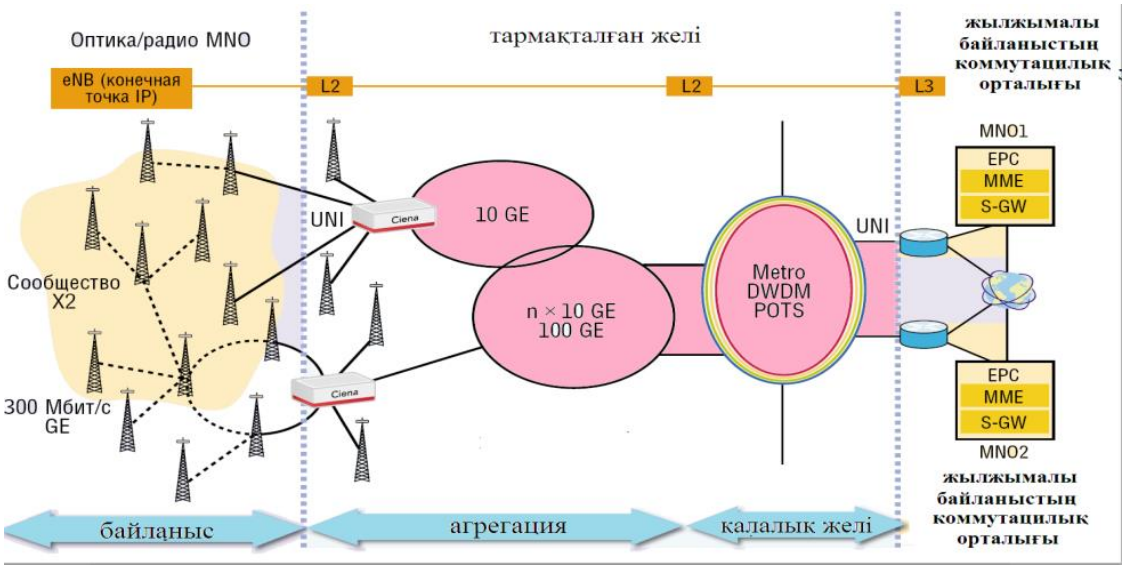
LTE стандартының архитектурасында барлық жүйелік әрекеттесулер екі түйіндердің аралығында болады: (eNB) базалық станциядан және (Gateway) GW желілік шлюздан тұратын (MME) қозғалғыштықты басқару блогынан.

LTE желісінің физикалық деңгейі екі компоненттерден тұрады: E – UTRAN радиоқатынау желісінен және SAE (System Architecture Evolution) базалық желіден. E – UTRAN желісі eNB базалық станциялардан тұрады. Базалық станциялар толық байланыстың элементі болып табылады және бір – бірімен «әрқайсысы – әрқайсысымен» ұстанымы бойынша байланысады. Коммутация дестелерін құру приципі бойынша әр eNB – да SAE базалық желісімен S1 интерфейсі болады.

LTE желісінің құрылысының мысалы ретінде 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.



1.5 Сурет – LTE желісінің тармақталған архитектурасы

1.5 LTE желісі ұсынатын қызметтер

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;

– ағындық бейне;

– 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].

1.6 LTE желісін құру үшін құрылғыны таңдау

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

Жобада LTE негізде төртінші ұрпақты желінің құрылысының мүмкіндіктерін зерттеуге керек.

Керек:

– құрылғыны таңдау;

– станциялардың санын анықтау;

– жамылғының аймағын есептеу;

– жергілікті жерде тұрған БС–ның желісінің жоспарын келтіру;

– базалықстанциялардыңөзарабайланысыніскеасыру;

– желініенгізудегіэкономикалықәсердіесептеу;

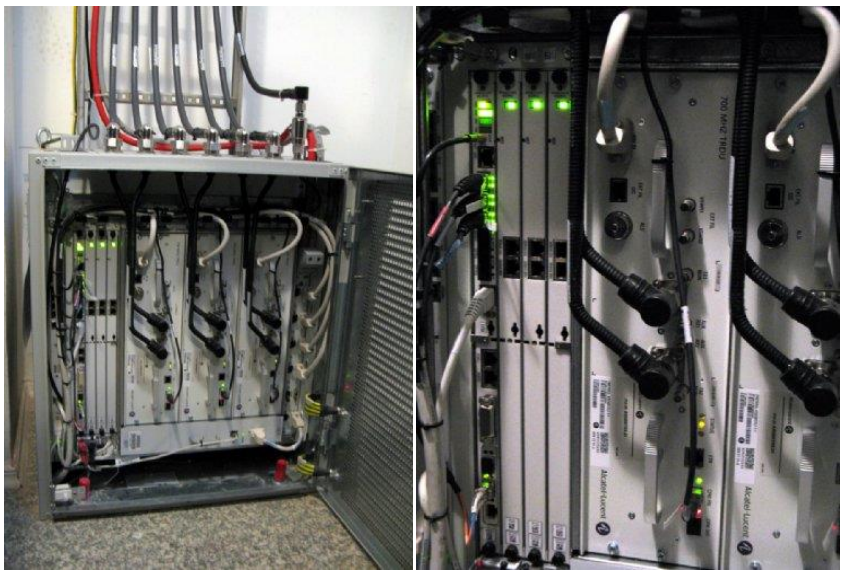
– еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздік негізінде қажетті өлшемдерді есептеу.

1.2 К е с т е – Белгілі мәліметтер

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

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

Alcatel – Lucent – LTE төңірегіндегі жаһандық көшбасшы. Сол себептен Alcatel компаниясының «Alcatel–Lucent LTE 700» базалық станциясын тандадым (1.6 Сурет).



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

«Alcatel – Lucent LTE 700» жүйесі Alcatel компаниясының жаңа өнімі, ол жетекші LTE технологиясына негізделген. Жоғары өнімділік пен өткізу қабілеттілігі – базалық станцияның жартылай дуплексті және көпарналы функционалдық мүмкіндіктері жалғыз базалық станцияға өте көп абоненттер санын қабылдауға мүмкіндік береді.

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

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

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

"КаР–Тел" компаниясы жүргізген және сәтті өткен LTE технологияларын алдын–ала тексерілуінен кейін "Вымпелком" және Alcatel – Lucent компаниялар тобы, бұқара нарығында 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 төменжиілілікті диапазонды (700 МГц) пайдалану операторға тарқатудың барынша аумағын ең тиімді түрде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Тұтынушылар қалаған жерде және қалаған кезде қолжетімді болатын корпоративті тапсырыс берушілерге ең тиімді қызметтердің және жоғары

шешімді бейне, музыка, көптұтынушылық бейнеойындар секілді сан–алуан кеңжолақты мультимедиялық қызметтердің пайда болуын күтуіне болады [4].

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

1.8 Сурет – OmniStackLS 6224 – Fast Ethernet L2+ коммутаторы

Сипаттамасы:

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

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

Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы. Alcatel – Lucent 7750 Service Routers (1.9 Сурет) – 2G, 3G, LTE сымсыз желілері үшін жылжымалы маршрутизатор. Бұл басқару, бақылау және кескіндеуді қамтамасыз ететін жоғарғы өнімділікті және конвергент желілерінде үздіксіз маршрутизациямен көп сервистік жол көрсетушілерін ұсынады. Маршрутизатор 7750 SR келесі ұрпақтың қызмет көрсететін конвергент желілерінде инфрақұрылымды құруға мүмкіндік береді. Ethernet өзіндік IP/MPLS масштабталатындық, тоқтамаушылық және өнімділігі бар кепілді қызмет сапасы және үнемділікті тіркестіреді.

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

1.9 Сурет – Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы

Alcatel – Lucent 7750 SR маршрутизаторының негізгі сипаттамалары:

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

– интернет – қатынаудың жаңа қызметтері және VPN MPLS;

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

– қызметтермен, диагностика мен және биллингпен қуатты басқару жүйесі;

– сызықтық жылдамдығы бар пакеттердің икемді сүзілуі;

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

– SDH/ATM/CES дейін интерфейстердің толық алуы;

– интернетке тікелей қосу.

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

– ықшам өлшемдер;

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

– жұмыс диапазондарын мол тандау мүмкіндігі.

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

1.3 К е с т е – Антеннаның техникалық мінездемелері

Параметрлері	Мағынасы
Жиіліктің жұмыс диапазоны, МГц	2300–2700
Поляризация	+45°, –45°
Жарты қуатты сәуленің ені:	
Тік жазықтықта	65°
Көлденең жазықтықта	6°
күшейту, дБ	18
Бағыттау диаграммасы	±120°
Толқындық кедергі, Ом	50

1.3 К е с т е н і ң ж а л ғ а с ы

Температураның жұмыс диапазоны, °С	–55…+70
Өлшемдері, ұзындық х ен х тереңдік, мм	1300х138х65
Салмағы, кг	4,1
Кіріс ұясы	2× N Female

Бұл антеннаға фидер ретінде оптикалық ОКС кабелін пайдаланамыз. Бұл жобада оптикалық кабельдің 3 түрі қолданылады: топырақта аралық төсем үшін, аспалы және канализацияда аралық төсем үшін. Техникалық мінездемелері 1.4 кестеде келтірілген.

1.4 К е с т е – Оптикалық фидерінің техникалық мінездемелері

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

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

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

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

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

Техникалық мінездеме 1.5 кестеде келтірілген.

1.5 К е с т е – РРЖ пролетін есептеуге арналған мәліметтер

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

Абоненттік станция. LTE 4G USB модемі – LTE технологиясының базасында жұмыс істейтін абоненттік станция. 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.

2 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 негізгі екі бөліктен тұрады:

– максималды қамту аймағын қалыптастыру;

– қажет ететін сыйымдылықты қамтамасыздандыру.

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

2.1 Тараз қаласының Тараз – 2 ауданының 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 сигналдың минималды қажетті қуаты арасындағы айырмашылығы ретінде есептеледі және байланыс арнасындағы барлық жоғалтуларды ескергенде қабылдағыштағы сигналдың қалыпты демодуляциясы қамтамасыз етіледі.

МРЕЖ есептеу ұстанымы 2.1 суретте көрсетілген.

2.1 Сурет – МРЕЖ есептеу ұстанымы

Есептеу барысында келесі параметрлерді қолданамыз:

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

– eNB – әр секторда бір TRX, шығыс қуаты TRX = 40 Вт (46 дБ); DL байланысында MIMO 2×2 режимінде жұмыс істейді;

– UE–абоненттік терминал – USB – модем, 4 класс – ТЭИСҚ 33дБ;

– кадрлар ұзақтығының сәйкестігі DL/UL: 100%/100%.

Максималды рұқсат етілген жоғалтулар келесі формуламен анықталады:

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

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

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

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

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

$M_{ену}$ – қалалық жерлерде сигналдың ғимаратқа ену қоры, $M_{ену}$ = 22 дБ;

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

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

$P_{тар.э.и.с.}$ мына формуламен анықталады:

$$P_{тар.э.и.с.} = P_{шығ.тар} + G_{тар.а} - L_{тар.ф}, \quad (2.2)$$

мұндағы: $P_{шығ.тар}$ – таратқыштың шығыс қуаты. LTE–де $P_{шығ.тар}$ 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 40 Вт (46 дБ) болатын таратқыш таңдау керек.

$P_{шығ.тар}$: DL = 46 дБ, UL = 33 дБ.

DL байланыс сызығы үшін:

$P_{тар.э.и.с.}$ = 46 + 18 – 0,3 = 63,7 дБ,

UL байланыс сызығы үшін:

$P_{тар.э.и.с.}$ = 33 (дБ).

$S_{тар.сез}$ мына формуламен анықталады:

$$S_{тар.сез} = P_{қаб.жш} + M_{қаб.сш} + L_{қаб}, \quad (2.3)$$

мұндағы: $P_{қаб.жш}$ – қабылдағыштың жылулық шуылының қуаты, $P_{қаб.жш}$: DL = –174,4 дБ, UL = –104,4 дБ;

$M_{қаб.сш}$ – қабылдағыштың талап етілген сигнал/шуыл қатынасы. $M_{қаб.сш}$ шамасы «Enhanced Pedestrian A5» арнасының үлгісі үшін алынған. $M_{қаб.сш}$: DL = – 0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

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

DL байланыс торабы үшін:

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

UL байланыс торабы үшін:

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

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

DL байланыс торабы үшін:

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

UL байланыс торабы үшін:

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

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

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

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

Түзету түрінің қалалық аймаққа белгіленуі:

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

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

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

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

d – ұяшық радиусы 1–20 км;

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

Есептеулер жүргізу үшін келесі параметрлерді таңдаймыз:

F_a = 700 МГц;

h_t = 35 м;

h_r = 1,5 м.

Қалалық аймақ үшін $A(h_r)$ түзету коэффициентін келесі формуламен анықтаймыз:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Тараз қаласының 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. Тараз елді мекенінің Тараз – 2 ауданы 6,4 км^2, яғни 4 км^2 болғандықтан жоғары есептеу нәтижесінің арқасында 9 eNB базалық станция жетіп артады. Базалық станция орналастырылуының бейнесі ҚОСЫМША Б – да келтірілген.

Барлық eNB келесі сипаттамаларға ие болады:

– әр таратқыштың қуаты – 40 Вт;

– антеннаның биіктігі – 0,035 км;

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

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

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

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

Жобаланатын желіге 791– 862 МГц жиілік жолағы белгіленген және жиілікті спектр ені 71 МГц болады. Әр eNB секторына 20 МГц бөлу керек. Яғни, белгіленген спектр енін 20 МГц – тен 3 бөлікке бөлу қажет. 2.1 Кестеде жиіліктік жоспар құрылу нәтижесі келтірілген [7].

2.1 К е с т е – Тараз – 2 ауданындағы LTE – нің жиіліктік жоспары

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

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.

2.3 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 Гц қолданылатын жиіліктер жолағына (бит/с/Гц) қатынасымен есептейтін көрсеткішпен анықталады. Спектральды тиімділік жиіліктік ресурсын қолдану тиімділігінің көрсеткіші болып келеді және берілген жиілік жолағындағы ақпарат тарату жылдамдығын сипаттайды.

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

LTE желісінің MIMO әртүрлі конфигурациясы үшін 3GPP Release 9 негізінде FDD дуплексті жиілік типіне жиілік жолағы ені 20 МГц болған кезде орта спектральды тиімділік 2.2 кестеде көрсетілген.

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

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

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

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

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

DL байланыс торабы үшін:

R_{DL} = 3,43·10 = 34,3 Мбит/с

UL байланыс торабы үшін:

R_{UL} = 1,829·10 = 18,29 Мбит/с

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

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} \cdot 3 \quad (2.9)$$

DL байланыс торабы үшін:

$R_{eNB.DL}$ = 34,3·3 = 102,9 Мбит/с.

UL байланыс торабы үшін:

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

2.4 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_a келесі формуламен есептейміз:

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

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

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

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

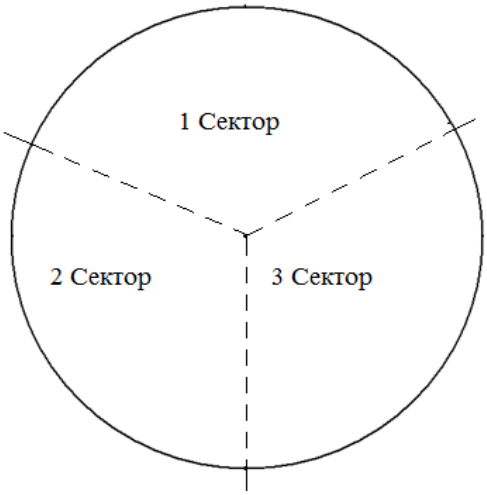
Ары қарай бір ұяшықтың бір секторында абоненттерге қызмет көрсетуге қажет $N_{a.сек}$ арналар санын анықтаймыз:

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

мұндағы: $N_а$ – жалпы арналар саны;

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

$M_{сек}$ – eNB секторлар саны, 3.



2.2 Сурет – БС әр секторының байланыс қашықтығы бейнеленген

$$N_{а.сек} = \left[\frac{395}{(3 \cdot 3)}\right] \approx 43 \text{ (арналар)}$$

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

$$N_{ат.сек} = N_{ат1} \cdot N_{а.сек}, \quad (2.12)$$

мұндағы: $N_{ат1}$ – бір радиоарнадағы радиоқатынаудың (OFDMA үшін $N_{ат1}$ = 1...3) стандартымен анықталатын трафиктің арналар саны; LTE желісі үшін $N_{ат1}$ = 1 таңдаймыз.

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

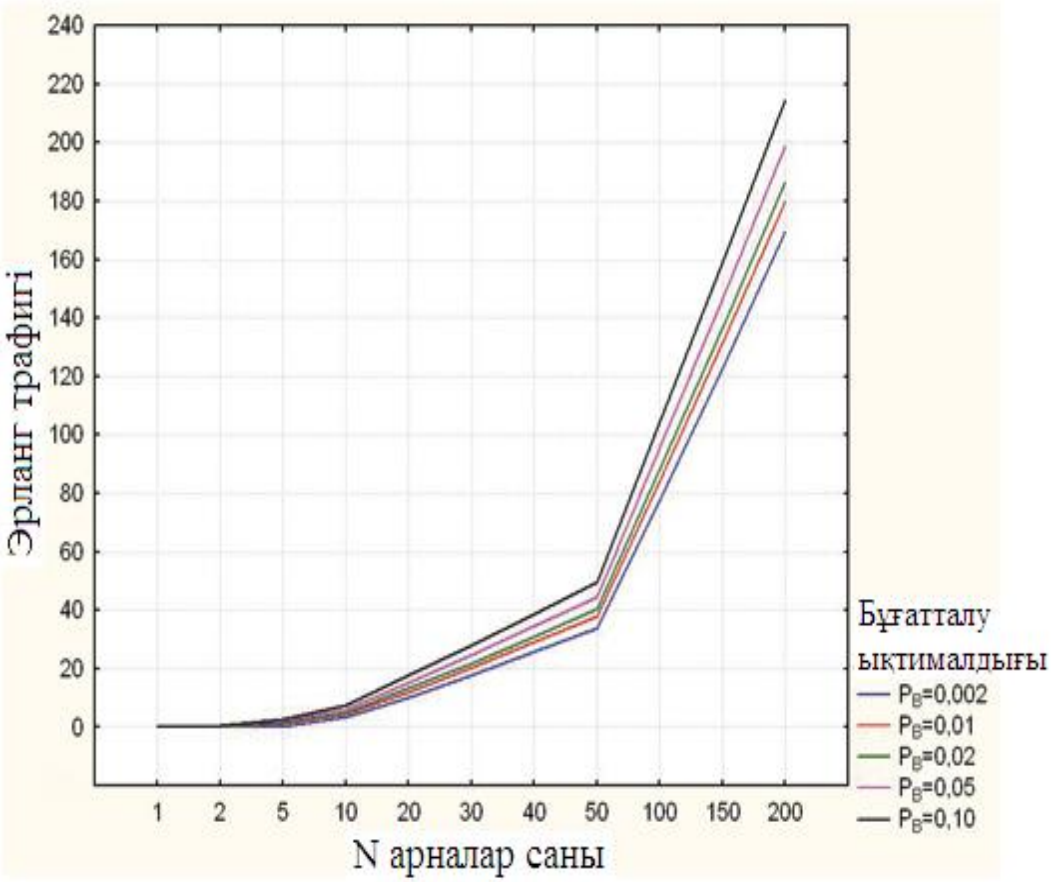
2.3 суретіндегі сызба түрінде көрсетілген Эрланг моделімен сәйкес бір ұяшықтың секторындағы $A_{сек}$ бұғатталу ықтималдылығының рұқсат етілген мәні 1%–ке тең және жоғарыда есептелген $N_{ат.сек}$ мәні кезінде рұқсат етілген жүктемені анықтаймыз. $A_{сек}$ = 50 Эрл.

Бір eNB қызмет көрсететін абоненттер саны мынадай формуламен анықталады:

$$N_{аб.eNB} = M_{сек} \cdot \left[\frac{A_{сек}}{A_1}\right], \quad (2.13)$$

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:

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



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

2.5 Базалық станциялардың санын есептеу (Node B)

Базалық станциялар саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{eNB} = \left[\frac{N_{аб}}{N_{аб.eNB}}\right] + 1 \qquad (2.14)$$

мұндағы: $N_{аб}$ – абоненттер саны.

$$N_{eNB} = \left[\frac{6227}{750}\right] + 1 \approx 9 \text{ (eNB)}.$$

Потенциалдық абоненттер санын барлық тұрғындардың 30% ретінде анықтаймыз. Тараз қаласының Тараз–2 ауданындағы шамамен тұрғындарының саны 20 759 адам. Яғни, потенциалдық абоненттер санын 6227 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:

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) \cdot N_{eNB}, \quad (2.15)$$

R_N = (205,8 + 109,74) ·9 = 2840 (Мбит/с).

Келесі кезекте жобаланатын желі сыйымдылығының бағасын беріп, есептелгендерімен салыстырамыз. ЕҮЖС(ең үлкен жүктеме сағаты)–дағы бір абоненттің орташа трафигін есептейміз:

$$R_{Т.ЕҮЖС} = \frac{T_т \cdot q}{N_{ЕҮЖС} \cdot N_к}, \quad (2.16)$$

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

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

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

$$R_{жалпы./ЕҮЖС} = R_{Т.ЕҮЖС} \cdot N_{бел.аб}, \quad (2.17)$$

мұндағы: $N_{бел.аб}$ – желідегі белсенді абоненттер саны; желідегі белсенді абоненттер санын барлық потенциалды $N_{аб}$ абоненттер санының 80% ретінде анықтаймыз, яғни $N_{бел.аб}$ = 4981 абонент.

$R_{жалпы./ЕҮЖС}$ = 0,22 ·4981 = 1095,95 (Мбит/с).

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

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

Базалық станциялардың орналасу сұлбасы Б қосымшасында көрсетілген.

2.6 Қажетті қуатты есептеу

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

Қажетті қуатты есептеу үшін берілген мәндер 2.3 кестеде келтірілген.

2.3 К е с т е – Қажетті қуатты есептеу үшін белгілі мәндер

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

Айнымалы токтың қуатын анықтау формуласы:

$$P_{AT} = P_{DC}/0,8 \tag{2.18}$$

P_{AT} = 228/0,8 = 285 (Вт).

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

$$P_{қос} = P_{PM} + P_{AT} \tag{2.19}$$

$P_{қос}$ = 790 + 285 = 1075 (Вт).

Жүктеме тоғының мәні I келесі формуламен анықталады:

$$I = P_{қос}/U, \tag{2.20}$$

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

$I_Ж$ = 1075/220 = 4,8 (А).

2.7 БС тиесілі жүктемені есептеу

Бір секторға жіберілетін жүктеме:

$$A = n_0 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(P_B \sqrt{\pi \cdot n_0 / 2} \right)^{\frac{1}{n_0}}} \right]. \tag{2.21}$$

мұндағы: $P_Б$ – 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

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

$$P_Б \le \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot n_0}} = \sqrt{\frac{2}{3.14 \cdot 6}} = 1.95 \qquad (2.22)$$

Бір сектордағы жүктеме:

$$A = 6 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(0{,}23 \cdot \sqrt{\pi \cdot 6/2}\right)^{\frac{1}{6}}} \right] = 6 \text{ Эрл.}$$

2.8 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].

Қосымша мәндер мыналар: а = 6450 км – Жер радиусы; $\bar{g} = -7 \cdot 10^{-8}$, 1/м; $\sigma = 9 \cdot 10^{-8}$, 1/м –Шығыс Қазақстан үшін тропосферадан диэлектриктік өтімділіктің орта мәнімен вертикалды градиенттің стандартты ауытқуы. Пролеттің профилін құру үшін Жердің қисығын X (км) есептеу қажет, пролеттің ортасы үшін бұл шама максималды болады.

$$X = \frac{10^3 \cdot R_o^{\,2} \cdot k \cdot (1 - k)}{2 \cdot a} \qquad (2.23)$$

мұндағы: k – пролеттің ортасы үшін салыстырмалы координата:

$$k = \frac{R_1}{R_o} \qquad (2.24)$$

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

R_o – РРЖ айналымының ұзындығы, км.

$$k = \frac{R_1}{R_o} = \frac{30000}{42000} = 0{,}714$$

(2.23) формуласына табылған мәндерді қойып, тапқанымыз:

$$X = \frac{10^3 \cdot 42^2 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{2 \cdot 6370} = 0{,}028257 \ \text{(км)}$$

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

$$H_o = \sqrt{\frac{R_o \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}{3}} \qquad (2.25)$$

мұндағы: λ – толқын ұзындығы, м.

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad (2.26)$$

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

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5600 \cdot 10^6} = 0{,}054 \cdot 10^{-3} \ \text{(км)}$$

Табылған мәндерді (2.25) формуласына қоя отырып, анықтағанымыз:

$$H_o = \sqrt{\frac{42 \cdot 10^3 \cdot 0{,}054 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{3}} = 0{,}012372 \ \text{(км)}$$

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

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot (\bar{g} + \sigma) \cdot k \cdot (1 - k) \qquad (2.27)$$

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

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

$$H(0) = H_0 - \Delta H \cdot (\bar{g} - \sigma) \qquad (2.28)$$

$H(0) = 12{,}372 + 1{,}8 = 0{,}014172$ (км)

Антенна ілгішінің биіктігі аралық профильдің келесі формуласымен анықталады:

$$h_1 = NM + H(0) + X - CD \qquad (2.29)$$

$$h_2 = NM + H(0) + X - ZY \qquad (2.30)$$

2.4 К е с т е – Аралық профильдің параметрлері

NM	0,789 км
CD	0,721 км; 0,82 км
ZY	0,028257 км

мұндағы: NM, CD, ZY – аралық профильдің параметрлері 2.4 кестеде келтірілген, км.

$h_1 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 721 = 0{,}1105$ (км)

$h_2 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 820 = 0{,}0115$ (км)

2.9 Байланыстың тұрақтылығын есептеу

Тыну қоры мына формуламен есептеледі:

$$F_t = SG + G_{тар} + G_{каб} - L_0 - 2 \cdot \eta \qquad (2.31)$$

мұндағы: SG – жүйенің күшейту коэффициенті;
η – антенна – фидерлік жолдың ПӘК – і;
$G_{тар}$, $G_{қаб}$ – қабылдау – тарату антеннасының күшейту коэффициенті;
L_o – кеңістіктегі радиотолқынның өшуі:

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(f) + \lg(R_0)] \qquad (2.32)$$

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

Сонда

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

Аралықтағы терең тыңу әртүрлі себептерге тәуелді болғандықтан, жалпы жағдайдағы байланыстың тұрақсыздық уақытының проценті былай анықталады:

$$T_{пр}(V_{\min}) = T_0(V_{\min}) + T_{ар}(V_{\min}) + T_{ж}(V_{\min}) \quad (2.33)$$

Көпсәулелі таралудың әсерінен болатын тыңуды келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$T_{ар}(V_{\min}) = K_{кр} \cdot Q \cdot f^{b} \cdot R_0^{\,c} \cdot 10^{-\frac{F_t}{10}} \quad (2.34)$$

мұндағы: $K_{кр}$ – орналасқан рельеф пен климаттың әсерін ескеруші коэффициент, Шығыс Қазақстан үшін ол коэффициентті мына формула бойынша анықтауға болады:

$$K_{кр} = P_1^{1.5} \cdot 10^{-6.5} \quad (2.35)$$

мұнда: P_1=1–2.

$$K_{кр} = 1^{1.5} \cdot 10^{-6.5} = 3{,}162 \cdot 10^{-7}$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_1 - h_2|}{R_0} \quad (2.36)$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|110{,}5 - 11{,}5|}{42} = 0{,}002357 \text{ (км/рад)}$$

$$Q = (1 + |0{,}002357|)^{1.4} = 5{,}45$$

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

Сонда

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

Жаңбырдың әсерінен болатын тыңуды келесі формуламен есептеледі:

$$T_{ж} = 10^{11.628 \cdot \left[-0,546 + \sqrt{0,2912 + 0,172 \cdot \lg\left(0.12 \cdot \frac{A_{0.01}}{F_t}\right)} \right]} \quad (2.37)$$

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

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_э \quad (2.38)$$

$$\gamma = k \cdot R_{0.01}{}^{\alpha} \quad (2.39)$$

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

f=5600 МГц жиілік кезіндегі вертикалды поляризация үшін:

$k_в = 0,00032$; $\alpha_в = 1,131$

f=5600 МГц жиілік кезіндегі горизонталды поляризация үшін:

$k_г = 0,00036$; $\alpha_г = 1,149$

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

$R_{0.01} = 22 \cdot 10^{-5}$ (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:

$$d_э = r \cdot R_0 \quad (2.40)$$

мұндағы: r – азайту коэффициенті:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R_0}{d_0}} \quad (2.41)$$

мұндағы: d_0 – тіректік арақашықтық:

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}} \qquad (2.42)$$

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

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

Сонда

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

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

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

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

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

$T_{ж_г} > T_{ж_в}$ шарты орындалғандықтан, кейінгі есептеулерде $T_ж$ шамасының орнына $T_{ж\ г_}$мәнін аламыз.

Субрефракцияның әсерінен байланыстың нашарлау уақытының пайызын келесі формула бойынша жүргіземіз:

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

$$\psi = 2{,}31 \cdot A \cdot \left(P(g) - p(g_0)\right) \qquad (2.43)$$

мұндағы:

$$A = \frac{1}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^{\ 3} \cdot k \cdot (1-k)}} \qquad (2.44)$$

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

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

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_o} \tag{2.45}$$

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

$$\Delta H(\bar{g}) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot \bar{g} \cdot k \cdot (1-k) \tag{2.46}$$

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

$$H(\bar{g}) = H_o + \Delta H(\bar{g}) \tag{2.47}$$

$$H(\bar{g}) = 12{,}372 + 6{,}3 = 0{,}018672 \text{ (км)}$$

Алынған мәндер арқылы (2.45) өрнегін есептеуге болады:

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_o} = \frac{0{,}018{,}672}{12{,}372} = 1{,}509$$

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

$$P(g_o) = \frac{V_o - V_{\min}}{V_o} \tag{2.48}$$

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

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

$$V_{\min} = -\frac{F_t}{2} = -\frac{49{,}121}{2} = -24{,}651$$

$$V_o = f(\mu) \tag{2.49}$$

мұндағы: μ – V_o–ны анықтау үшін керекті параметр:

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1-k^2)}{\ell^2}} \tag{2.50}$$

мұндағы: ℓ – РРЖ аралығының кедергі енінің ұзындығына қатынасы:

$$\ell = \frac{r}{R_o} \tag{2.51}$$

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

(2.50) өрнегіне табылған мәндерді қоя отырып:

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

Осыдан $V_o = -6$ дБ.

(2.48) өрнегі бойынша мына мәндерді аламыз:

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

Сонда (2.43) өрнегі:

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

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

Сонда (2.42) өрнегі бойынша анықтағанымыз:

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

Байланыстың тұрақтылығы келесі қатынастардан анықталады:

$$T_{кос} \geq T_{каб}\left(V_{\min}\right) \tag{2.52}$$

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

$$T_{кос} = 0{,}03 \cdot \frac{R_o}{1600} \tag{2.53}$$

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

(2.47) шарты орындалғандықтан байланыс тұрақты деп есептеуге болады.

Бұл кезде тек f_{bw} жиіліктің мәні ғана өзгереді. Бұл бөлімдегі сан мәндерді (2.52) өрнегіне келтіріп, (2.53) шартына тексереміз:

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

2.10 Қабылданатын сигнал қуатын есептеу

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

$$P_{каб} = A - B \cdot \log R - n \cdot \log(\frac{f}{900}) + 10 \cdot \log \alpha \qquad (2.54)$$

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

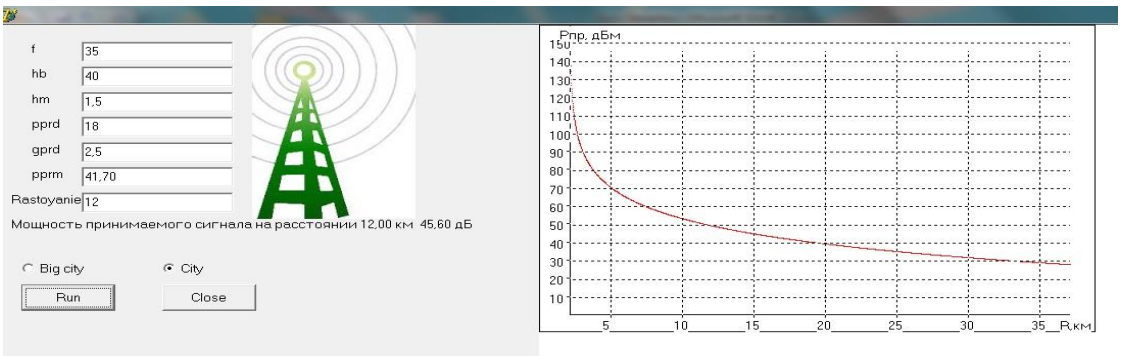
$$\alpha = \frac{h_B^2 h_M^m P_{тар} G_{тар} G_{каб}}{3660} \qquad (2.55)$$

мұндағы: $P_{тар}$ – таратқыш қуаты, Вт;
$G_{тар}$, $G_{қаб}$ – антеннаның күшейту коэфиценті;
h_B и h_M – базалық және абоненттік станция биіктігі;
m=1 h_M<3 және m=2 h_M>0,010 км.

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

$$P_{каб} = 54 - 39 \cdot \log(10) - 2 \cdot \log(\frac{3445}{900}) + 10 \cdot \log(786.885) = 0{,}0428 \ \ (км)$$

Қабылданатын сигнал қуатын төмендегі бағдарлама арқылы шығарамыз. Бағдарламаның блок сұлбасы В қосымшасында, қабылданатын сигнал қуатын Delphy бағдарламасында есептеу листингі Г қосымшасында берілген.



2.4 Сурет – Сигналдың тынуы

Суреттен 12 км қашықтықта кіріс сигнал шамасы 41.7 дБ болатынын көруге болады.

2.11 Көп сәулененудің таралуының нәтижесіндегі кідіріс

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 сигналдың 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.

Кідірістің үлкен тереңдігіндегі орташа айда қабылданатын F_t сигналының деңгейінен аспайтын таржолақты жүйелердегі уақыт аралығындағы T_{ap} уақыт пайызы келесі асимптотикалық өрнек арқылы анықталады:

$$T_{ap} = K \cdot Q \cdot f^{B} \cdot d^{C} \cdot 10^{-A/10} \qquad (2.56)$$

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;

h_1 және h_2 – теңіз деңгейінен қабылдағыш және таратқыш антенна шамаларының биіктіктері (км);

d – жолдың ұзындығы (км).

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

Сонда:

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

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

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

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

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

2.12 Пайдалы сигналдың қуатын есептеу

Қабылдағыштың кірісінде пайдалы сигналдың қуатын есептеу үшін радиосызықтардың энергетикалық параметрлерін және қабылдағыштың нақты сезгіштігін білу қажет.

Пайдалы сигналдың қуаты қабылдау нүктесінде келесі өрнекпен анықталады:

$$P_{каб} = \frac{P_{тар} \cdot G_{тар} \cdot G_{каб} \cdot \lambda^2}{(4 \cdot \pi \cdot r)^2 \cdot L_{кос} \cdot Z} \qquad (2.57)$$

Бұл өрнек децибелде келесі түрге ие:

$$P_{каб} = P_{тар} + G_{тар} + G_{каб} + 201g\lambda - 201g(4\pi) - 201g(r) - L_{кос} - Z \qquad (2.58)$$

Осы өрнектерде радиосызықтың келесі параметрлері пайдаланады:

$P_{тар}$ – таратқыштың шығыс қуаты. Сымсыз желілердің жабдықтарының шығыс қуаты 8–ден 30 дБ болады.

$G_{тар}$ и $G_{қаб}$ – Антенаның тарату және қабылдау күшейту коэффициенттері

λ – толқын ұзындығы

r – тарату қашықтығы

$L_{кос}$ – жалғағыш тіркеуіштердегі сигналының әлсіретуін, антенна поляризациясы сәйкес келмеуінен жоғалтуларды қоса және т.б., біртұтас себептер жиынтықтарын қосымша жоғалтулар болып табылады. $L_{кос}$ =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:

$$P_{каб} = 27+18+16+20lg(0,13)–201g(4\cdot3,14)–201g(5,6) –10 –5 = –11 \text{ дБ}$$

Берілген көрсеткіштің физикалық мағынасына сәйкес келетін, қабылдағыш кірісінде пайдалы сигналдың қуатын қабылдау үшін минималды қажетті анықтайтын қабылдағыштың нақты сезгіштігі P_{min} ретінде көрсетеді.

Радиосызықтар энергетикалық параметрлерін есептеу – пайдалы сигнал қуаты қабылдағыш кірісінде нақты қабылдағыш сезгіштігі мәніне қарағанда аз болатын радиосызықтар параметрлері

$$P_{прм} \geq P_{мин}$$

(2.58) формула бойынша қабылдағыш кірісінде пайдалы сигналдың қуатын есептедік. Жоғарыда айтылған шарт орындалып, есептеудің нәтижелері бойынша –11дБ тең және қабылдағыштың нақты сезгіштік мәнінен едәуір жоғары.

$$–11\text{дБ} \geq –98 \text{ дБ}$$

3 БИЗНЕС – ЖОСПАР

3.1 Түйін

Қазіргі кезде қозғалмалы байланысты қажет ететін 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 326 Мбит/с, жіберуге 178 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 20 576 800 теңгені құрады, бір жылдық табыс көлемі 36 181 240 теңгені, эксплуатациялық шығындар 22552634 теңгені және амортизациялық аударма мөлшері 514420 теңгені құрайды. Яғни, байланыс түйінін ұйымдастыруға жұмсалған қаржы құралдарын кәсіпорын 2,2 жылда қайтара алады.

3.2 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 326 Мбит/с, жіберуге 178 Мбит/с (9 – релиз бойынша) 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.

3.3 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:

– ұялы телефондар арқылы бейнеқоңырау шалуға болады;

– ұялы телефондарға арналған теледидарлар іске қосылады (алдымызда ұялы журналистика күтілуде);

– ұялы телефондар арқылы 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.

3.4 Нарықтық өтімді талдау. Нарық қызметтерін зерттеу

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 қызметтеріне жалақыны өздеріне қолайлы жағдайда төлеу;

– тұрақты клиенттерге берілетін жеңілдіктер (немесе тегін көрсетілетін қосалқы 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:

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

– әр облыс, аймақта тарату үшін мемлекеттік және орыс тілдерінде телекоммуникация қызметтерін жарнамалайтын бюллетеньдерді, плакаттарды, буклеттерді және тағы да сол сияқты басылым түрлерін жасау.

3.5 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 [20].

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 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 К е с т е – Талап етілетін құрал – жабдықтар және олардың бағалары

Жабдық атауы	Саны	Бағасы, мың теңге	Жалпы бағасы, мың теңге
Базалық стансия Alcatel–Lucent 700 LTE	9	1700	15300
Базалық станция мұнарасы	9	1000	9000
OmniStackLS 6224 коммутаторы	1	885	885
Alcatel–Lucent 7750 SR маршрутизаторы	1	1500	1500
ASR 5000 PCS3 мультисервисті платформасы	1	5250	5250
ИБЭП–220/48(60)–60 қоректену көзі	9	60,0	540
Барлығы			16455

3.6 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);

– қабылдаушы – таратушы құрылғының сыйымдылығының өсуі арқылы несиеленетін жиілік диапазонын максималды түрде пайдалану;

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

– қажет болған кезде байланыс тұрақтылығын ұйымдастыру.

3.7 Қаражат жоспары

Инвестиция шығындарына қондырғылардың, жабдықтардың бағасы, жобалау, көлік шығындары, құрылыс–монтаждау шығындары кіреді [21].

Жалпы капиталдық шығынды есептейміз:

$$K_{\Sigma} = K_0 + K_{кур} + K_M + K_к + K_{жоба}, \text{ теңге} \qquad (3.1)$$

мұндағы:

Ко – жабдықтарды сатып алу шығыны;

$К_{құр}$ – құрылыс салу шығыны;

$К_м$ – монтажға жұмсалатын шығын;

$К_к$ – көлік шығыны;

$К_{жоба.}$ – жобалау шығыны.

3.2 К е с т е – Жабдыққа кететін капиталды салым

Шығын атауы	Бағасы, тг.
Жабдық бағасы, (Ко)	16455000
Көлік шығыны, ($К_к$, жабдық бағасының 5пайызын құрайды)	822750
Монтажға жұмсалатын шығын, ($К_м$, жабдық бағасының 8 пайызын құрайды)	1316400
Құрылыс салу шығыны, ($К_{құр}$, жабдық бағасының 10 пайызын құрайды)	1645500
Барлығы	26420400
Ескерілмеген шығын (10 пайыз)	2642040
Жалпы салым	20239650

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

Атауы	Бағасы, мың тенге	Саны	Бағасы, мың тг.
Компьютер(стац.)	68	2	136
Ноутбук	100	1	100

3.3 Кестенің жалғасы

Офистік үстелдер	10	2	20
Принтер, ксерокс, Сканер	20	2	40
Орындықтар	3,5	2	7
Шкаф	3,5	1	3,5
Барлығы			306,5
Ескерілмеген шығын (10 пайыз)			30,65
Жалпы салым			337,15

3.4 К е с т е – Капиталды салым

Салымдар атауы	Бағасы, тг.
Жабдыққа, монтажға және тасымалдауға салынатын салым	20239650
Жұмыс орнының жабдықтарына салынатын салым	337150
Барлығы	20576800

Капиталдық шығын:

К=20239650+337150 =20576800теңге.

3.8 Табысты есептеу

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

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot U_i \qquad (3.2)$$

мұндағы:

q_i – натуралды түрдегі i – түрлі қызмет көлемі;

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

n – қызметтер номенклатурасы немесе орташа табыс таксасы бойынша табылады;

$$D_0 = \sum_{i=1}^{n} q_{шыг.ак} \cdot \tau_{T_i} \qquad (3.3)$$

мұндағы: n – қызмет номенклатурасы;

$q_{шыг\ ак}$ – түрлі шығыстық ақылы алмасу;

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

Тараз қаласының тұрғын саны – 20759 адам. Жобаланып жатқан желідегі интернетке USB–LTE модемі арқылы қосылатын абоненттердің санын анықтайық, ($N_{аб.инт}$):

$N_{аб.инт}$ = 20759·0,3 =6227 (адам).

Бұл 6227 отбасы бар екендігін білдіреді, егерде әр отбасыда 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:

$N_{аб.инт}$ = 6227/4 = 495 (абонент).

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

3.5 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	10 Мбит/с дейін	2500	–	25	100
Т2	20 Мбит/с дейін	2900	–	30	100
Т3	30 Мбит/с дейін	3900	30 Гб	30	145
Т4	50 Мбит/с дейін	4500	50 Гб	15	150

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

$$D_1 = \sum_{i=1}^{n} T_i \cdot N_i \cdot 12 \qquad (3.4)$$

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

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

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

$$D_2 = N_{аб.инт} \cdot (Z_п - Z_з) \quad (3.5)$$

мұндағы: $Z_к$ – USB–LTE модемінің сатылымдағы құны, $Z_к$ =5000тенге;
$Z_{өз}$ – USB–LTE модемінің өзіндік құны, $Z_{өз}$ = 2500 тенге;

D_2 = 495 (5000 – 2500) = 1237500 (тенге).

Енді мобильді терминал арқылы дауыстық байланыс қызметі, SMS және GPRS – ке қосылу бойынша түсетін табыстарды есептейміз.

Ұялы байланыс қызметі бойынша болжалды қызмет көрсету құны 3.6 кестеде көрсетілген.

3.6 К е с т е – Ұялы 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 = 11
Қалалық нөмірлерге шығыс қоңыраулардың 1 минуты	K_2 = 11
1 SMS, MMS	K_3 = 7
1МБ трафика	K_4 = 1

Орта статистикалық мәліметтер бойынша мобильді байланыс абонеттері айына 15 SMS/MMS, 10 МБ және 150 минут әңгімелеседі. Абонеттер жалпы сөйлесу уақытының шығыс қоңырауларға кететін пайыздық қатынасын былай деп болжайық: 50% (75 минут) желі ішінде, 40% (60 минут) өзге мобильді операторларға, 10% (15минут) қалалық нөмірлерге.

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

$$D_3 = [K_0 \cdot 75 + K_1 \cdot 60 + K_2 \cdot 15 + K_3 \cdot 15 + K_4 \cdot 10] \cdot N_{аб.моб} \cdot 12 \quad (3.6)$$

$D_3 = [7 \cdot 75 + 11 \cdot 60 + 11 \cdot 15 + 7 \cdot 15 + 1 \cdot 10] \cdot 1978 \cdot 12 = 34773240$ (тенге)

LTE желісі бойынша жалпы тарифтік табыстар көлемі келесі формуламен анықталады:

$$D_{жалпы} = D_1+D_2+D_3 \quad (3.7)$$

$D_{жалпы}$ = 1780500 + 1237500 + 34773240 = 36181240 (тенге).

3.9 Пайдалану шығындары

LTE желісін ұйымдастыру жобасын жүзеге асыру үшін әртүрлі категориядағы инженер мамандар қатысады. Жобаны ұйымдастыруға қатысатын жұмысшылардың тізімі 3.7 кестеде көрсетілген.

3.7 К е с т е – Жұмыс ұжымы туралы мәлімет

Қызмет түрі	Қызметшілер саны	Айлық, тг.	Барлығы, тг.
Абоненттікқызмет операторлары	9	60000	540 000
Инженер–энергетик	1	90000	90 000
Трансмиссия–инженері	1	90000	90 000
Инженер eNodeB	1	70000	70 000
Жобалау–инженері	1	120000	120 000
Электромонтер	2	70000	140 000
Барлығы	690 000		

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

$$\sum Э = ЕБҚ + Ә_с + М + Э_{энер} + А + К + Y, \text{ теңге} \quad (3.8)$$

мұндағы: ЕБҚ – еңбекті бағалау 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 –несиелер;

Y – үстеме шығыны (бұған көлік шығыны, әкімшілік, шаруашылық, мамандар дайындау, кеңсе шығындары жатады), өзіндік құнның 75% – ға дейін болады [23].

Еңбекті бағалау қорын анықтау:

$$ЕБҚ = ЕБҚ_{нег} + ЕБҚ_{қос}, \quad (3.9)$$

мұндағы: $ЕБК_{нег}$ = ЕА·12 – негізгі еңбекті бағалау қоры;
$ЕБК_{кос}$ =$ЕБК_{нег}$·0,3 – қосымша еңбекті бағалау қоры.
Жұмысшының орташа еңбек ақысы 60 000 теңгені құрайды. Сәйкесінше жылдық негізгі еңбек ақы:

$ЕБК_{нег}$ = 690000·12 = 8280000, теңге

Қосымша еңбекті бағалау қоры:

$ЕБК_{кос}$ =8280000·0,3 = 2484000, теңге

Сондағы еңбекті бағалау қоры:

ЕБҚ =8280000+ 2484000 = 10 764 000, теңге

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

$$Ә_с = 0.11 \cdot (ЕБҚ – ЗҚ), \text{ теңге} \quad (3.10)$$

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

$$ЗҚ = 0.1 \cdot ЕБҚ, \text{ теңге} \quad (3.11)$$

ЗҚ = 0.1·10764000 = 1076400, теңге

Әлеуметтік салықты есептеймін:

$Ә_с$ = 0.11·(10764000 – 1076400) = 1065636, теңге

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

$$M = 0{,}005 \cdot 20576800 = 128605 \text{ теңге}$$

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

$$Э_Н = \sum (20 \cdot W) \quad (3.12)$$

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

3.8 К е с т е – Электроэнергияға кететін шығын

Құрылғы	Саны	Қуаты, кВт	Мерзімі	1кВт/сағ эл.энергия	Пайд. эл.энергия құны
Базалық станция	9	0,145	8760	20	76212
Коммутатор	1	0,55			96359
Маршрутизатор	1	0,95			166440
ИБЭП–220/48(60)–60 қоректену көзі	9	1,2			157680
CiscoASR 5000 PCS3 мультисервисі	1	1			175203
Барлығы					671893

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

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} \tag{3.13}$$

$$A = \frac{H_A \cdot \Sigma K}{100\%} = \frac{25 \cdot 20576800}{100} = 5144200 \text{ теңге}$$

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

$$Н_Ш = Э_Н + М + А + ЕБҚ + Ә_С \tag{3.14}$$

$Н_Ш$ = 671893 + 128605 + 514420+ 10764 000 + 1065636 =12887219

Үстемелік шығындарды Y, теңге, есептейміз:

$$Y = 0{,}75 \cdot Н_Ш \tag{3.15}$$

Y = 0,75·12887219= 9665415 теңге

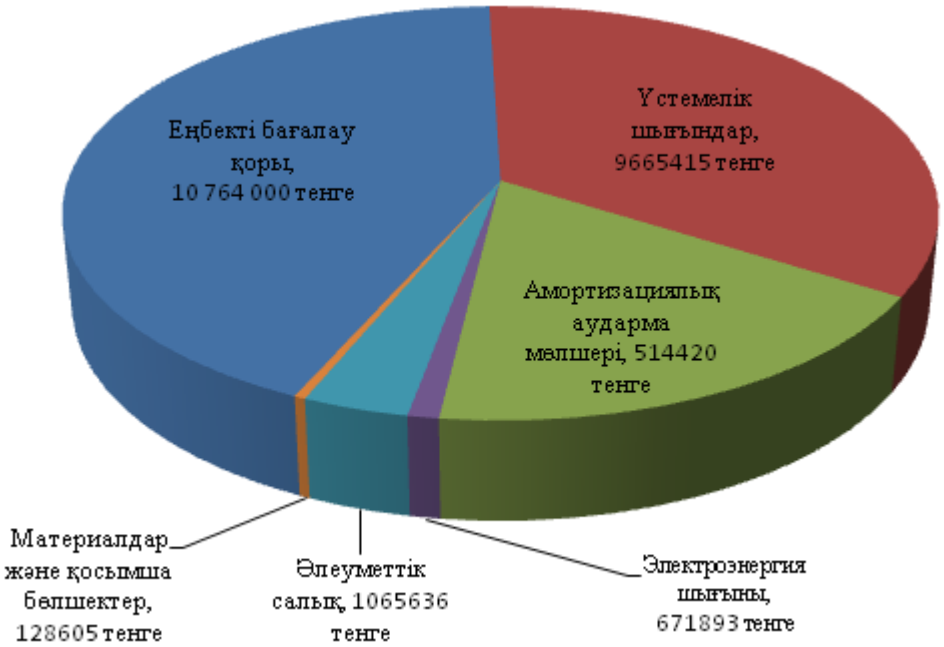
Эксплуатациялық шығындар келесі мәнге тең болады:

∑Э=10764000+128605+514420+414558+1065636+9665415=22552634 теңге

3.9 К е с т е – Эксплуатациялық шығындар

Көрсеткіштер атауы	1 жылдық мөлшері, теңге
Еңбекті бағалау қоры (ЕБҚ)	10 764 000
Материалдар және қосымша бөлшектер	128605
Амортизациялық аударма мөлшері	514420
Электроэнергияға шығыны	671893
Әлеуметтік салық	1065636
Үстемелік шығындар	9665415
Барлығы	22552634

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



3.2 Сурет – Эксплуатациялық шығындар құрылымы

3.10 Экономикалық тиімділіктің көрсеткішін есептеу

Байланыс кәсіпорындарының дамуын, кеңейтуін және қайта құруын бітіру жұмыстарын көрсетіп жазарда төменгі экономиканың тиімділік көрсеткіштері есептелінеді [24].

Капиталдық салымның нормативті қайтарылу мерзімі қанша мерзімде (жылда) жұмсалынған қаржы тапқан пайдамен толығымен салыстыру тиімділігінің нормативті коэффициентіне сәйкес қайтарылатынын көрсетеді.

Қазіргі кезде тиімділіктің белгіленген нормативі жоқ, байланыс операторлары экономикалық жағдайға байланысты нормативті өздері белгілейді.

Осы жобаны салықсыз ұйымдастырудан түсетін пайда,теңге:

$$П= Д – Э_{шығ}, \quad (3.16)$$

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

П = 36181240 – 22552634=13628606 теңге.

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

ТП =П ·0,8 =9540024,2 теңге.

Желінің экономикалық тиімділігі мынаны құрады:

$$Е =ТП/К \quad (3.17)$$

Е = 9540024,2 /20576800= 0,46.

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

Т=1/Е= 1/0,46 = 2,2 жыл.

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

3.10 К е с т е – LTE желісінің жобасын ұйымдастырудың экономикалық тиімділігі

Көрсеткіштер аты	Мәні
Капиталдық шығын, теңге	20 576 800
Эксплуатациялық шығындар, теңге	22552634
Негізгі істерден алынатын табыс, теңге	36181240
Пайда, теңге	13628606
Таза пайда, теңге	9540024,2
Абсолютті экономикалықтиімділік	0,46
Капиталдық салымның қайтарылу мерзімі (жыл)	2,2

Қорытынды: Сонымен, бұл бөлімде Тараз қаласындағы Тараз – 2 ауданында LTE желісін ұйымдастырудың бизнес – жоспары жасалынды.

Қозғалмалы байланыс технологиясы ретінде LTE желісінің 9 – шы 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 2,2 жыл (норматив бойынша ол 5 жылдан аспауы керек, яғни норматив орындалды); экономикалық тиімділік 0,46 – ға тең. Осы көрсеткіштерге қарап желіні ұйымдастыру сапасы жағынан да, бағасы жағынан да қиындықсыз жүзеге асады деп тұжырымдауға болады.

4 ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

4.1 Өнеркәсіп бөлмелеріндегі еңбек жағдайына талдау жасау. Базалық станцияға жалпы сипаттама

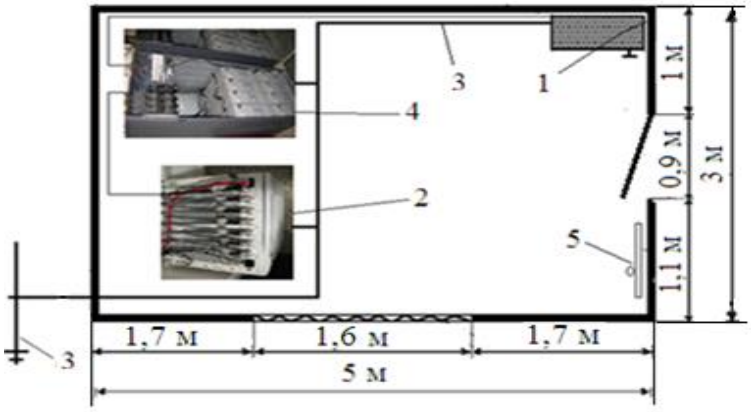
Бұл дипломдық жобада Тараз қаласында 4G технологиясының көмегімен ұялы байланыс жүйесін жобалау қарастырылады. Желінің құрылымы бір базалық станцияны (БС) құру болып табылады. БС орналастырудың шарты болып қаланың барлық аумағын және жүйенің әсер ету радиусына кіретін таяудағы барлық аумақтарды желімен қамтамасыз 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 өмірқауіпсіздігі қажетті техникалық жөндеулер мен тексерулер кезіндегі адамның тоққа түсу қауіпінен қорғауды қамтамасыз ету қажет немесе мүмкіндігінше азайту.

Тараз қаласындағы Тараз – 2 ауданында БС орнатылады, яғни антенна, ал антенна астында 1 бөлмеде құрылғы орнатылады. Бұл бөлменің ішінде базалық станцияларды басқаруға арналған персоналды компьтер орналастырылады және төрт жұмыс орнымен қамтамасыз етіледі. Бөлменің өлшемдері: ұзындығы 5 м, ені 3 м, биіктігі 3 м. Ауданы 42 м^2.

Бөлменің төбесі жарық, қабырғалары ашық түсті және терезелеріне жалюздер ілінген. Нормаланған жарықтылық – 300 лк.

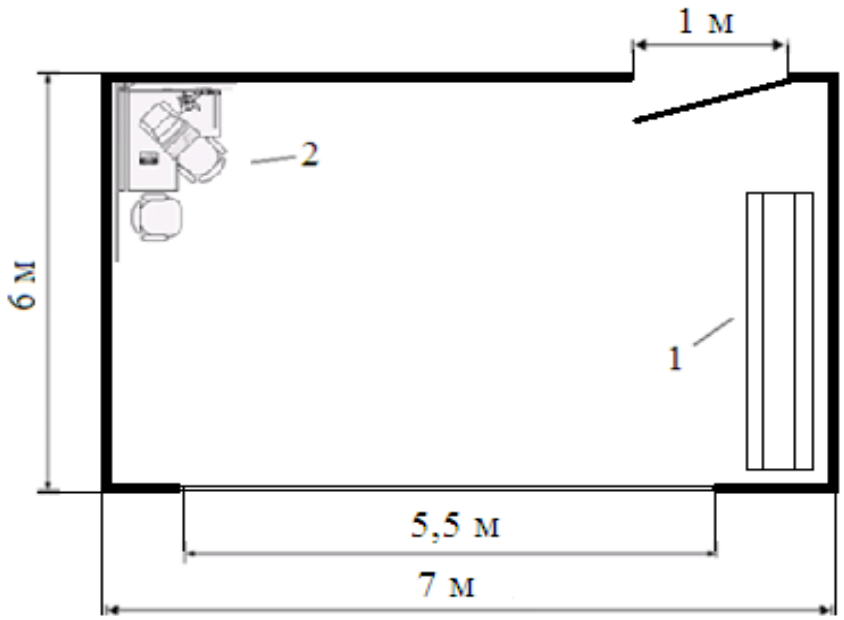
Зал қауіпсіздігі төмен бөлмелерге жатады, себебі: жоғары қауіпсіздікті тудыратындай ешқандай белгілері көрсетілмеген. Ол белгілерге дымқылдық, токөткізуші шаң, токөткізуші едендер, жоғарғы температура жатады.

Синхронизация жүйелерінің құрылғысын алдын алу жылына бір реттен кем болмауды талап етеді және зал сәуле шығарушы құрылғыдан қорғалған. Құрал – жабдықтар орналасқан бөлме жоспары 4.1 суретте және коммутациялық бөлменің жоспары 4.2 суретте көрсетілген.



4.1 Сурет – Құрал–жабдықтар орналастырылған бөлме жоспары

мұндағы: электр қуатының көзі;
1- базалық станция;
2- жерлендіру;
3- электр қуатын реттеп жинақтаушы акумуляторлар;
4- өрт қауіпсіздігіне арналған щит.



4.2 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.

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 сменfмен 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.

Дипломдық жобаның бұл бөлімінде ауаны баптау жобаланады. Кәсіпорындарда байланыс жүйелерін және құрылғыларын іске қосқан кезде қажетті өмір қауіпсіздігін қамтамассыз ету туралы сұрақ туады. Микропроцессорлардың қолдануымен процесстердің негізі қабылдау, өңдеу, жіберу және ақпаратты сақтауды іске асыру функциялары персоналдарға, сол құрылғыға қызмет көрсетіп жүрген, құрылғының негативті ықпал етуі елеулі түрде азайды, және қоршаған ортаға зиянын тигізу де төмендеді.

МЕСТ 12.1.005–88 ССБТ «Жұмыс істеу зонасының ауасы, жалпы санитарлық – гигиеналық талаптар» сай құрылғылардың қашықтықтан компьютер арқылы басқарылатындықтан адамдардың бөлмедегі жұмысы орта ауырлықтағы жұмыстарға жатады. Жұмыста энергияжұмсау бойынша категориясы таблица 4.1 көрсетілген.

4.1 К е с т е – Жұмыста организмнің энергияжұмсау бойынша категориясы

Жұмыс	Категория	Организмнің энергияжұмсауы, Дж/с (ккал/час)	Жұмысытың сипаттамасы
Физикалық орташа қиындық	I I аё	172 – 232	Тұрып немесе отырып істейтін іс, бірақ ауыр жүкті жылжыту

Микроклиматты бағалау.

Істеп тұрған есептегіш машиналары бар, пульті бар техникалық орындарда, операторлық жұмыстар және т.б. микроклиматтың параметрлері келесідей болу керек:

Микроклиматтық шарттар біздің қызмет көрсететін түйінде МЕСТ 12.0.003–74. ССБТ сай оптималды ретінде сипаттауға болады.

4.2 Санитарлы талаптар және ережелер

Санитарлы талаптар ол зиянды факторлардың әсерлерін жұмыс істеушілерге тигізбеуге, болмаса оларды азайтуға бағытталған ұйымдастыру шаралары мен техникалық құралдар жүйесін айтады.

Әдетте зиянды факторлардың жұмыскерлерге тигізген әсерінің салдары олар кәсіби сырқатқа әкеліп соғады.

Байланыс саласындағы жұмыс орнында кездесетін зиянды факторларға келесілерді жатқызамыз: денсаулыққа қолайсыз метеорологиялық жағдайлар, жеткіліксіз жарықталыну, құрылғылардан шығатын шуылдар мен дірілдер, электромагниттік өріс әсерлері, т.б.

Еңбек гигиенасы ол адам ағзасына еңбек процестері мен жағдайларының тигізетін әсерлерін зерттейтін ғылымның саласы.

Бұл зерттеудің мақсаты келесідей:

- Гигиеналық нормаларды негіздеу.
- Еңбектің тиімді, қолайлы жағдайларын жасау.

- Өндірістік ортаны сауықтандыру.

- Адамның еңбек қабілетін арттыру және еңбек өнімділігін жоғарылату

МЕСТ 12.1.005–88 ССБТ "Жұмыс зонасының ауасы, жалпы санитарлы–гигиеналық талаптар" байланысты біздің бөлмедегі адамдардың жұмысы бірінші категорияға жатады (4.2 кесте), [22]:

4.2 К е с т е – Ағзаның энергия таратуы бойынша жұмыс категориялары

Жұмыс	Категория	Ағзаның энергия таратуы, Дж/с (ккал/сағ)	Жұмыс мінездемесі
Жеңіл физикалық	I а	38 кем	Күш қажет етпейді, отырып жұмыс істеу
	I б	38 – 172	Отырып, тұрып немесе жүріп жұмыс істеу және күш қажет ететін жұмыс

4.3 Ауаны баптау жүйесін есептеу

Жылулық және ылғалдылық теңдіктің құрылымы ауа бапталатын ғимараттар үшін бәріне белгілі әдіспен орындалады. Бұл жерде ғимараттың ауа ортасының жағдайына әсер ететін факторлар ескерілуі керек.

Әр түрлі қолданыстағы ғимараттарда негізінен жылулық жүктемелер әрекет етеді, ғимараттардың сыртында және ішінде болады.

Сыртқы жылулық жүктемелер келесідей құрамдардан тұрады:

- қабырға, терезелер, едендер, төбелер және есіктер нәтижесінде жылудың келуі немесе жоғалуы.

- ғимарат сыртында және ішінде температура айырымы жазда оң, яғни сырттағы жылу ішке кіреді, ал қыста – керісінше, жылу бағытын өзгертеді.

- әйнектелген аудандардан күннің сәулесінен жылудың келуі.

Ішкі жылулық жүктемелер тұрғын, офисті және қызмет көрсететін жерлерде мынадай жылулардан тұрады:

- адамдардан бөлінетін;

- шамдардан және жарық қондырғыларынан бөлінетін;

- компьютерлерден, басушы машиналардан, копиялаушы құрылғылардан және т.б.

$$Q_{шек} = V_{бөлме} \cdot X_O (t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}) = 249{,}6 \cdot 3 \cdot 0{,}42 = 314 \text{ , Вт}$$

мұндағы: $V_{бөлме}$ = 13х6х3,2 = 249,6 м^3 – бөлме көлемі;

X_0 = 0,42 Вт/м^3 °С – меншікті жылулық сипаттама;

$t_{сырт.есеп}$ = 29,4° – жылдың жылы мезгіліне арналған сыртқы есептік температурасы;

$t_{сырт.есеп}$ = –9° – жылдың суық мезгіліне арналған сыртқы есептік температурасы;

$t_{іш.есеп}$ = 22° – жылдың жылы мезгіліне арналған ішкі есептік температурасы;

$t_{іш.есеп}$ = 19° – жылдың суық мезгіліне арналған ішкі есептік температурасы.

Жылдың жылы мезгіліндегі жылудың келуі, Вт:

$$Q_{шек} = V_{бөлме} \cdot X_O (t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}) = 249{,}6 \cdot 0{,}42 \cdot (29{,}4 - 22) = 776$$

Ал, жылдың суық мезгіліндегі жылудың келуі:

$$Q_{шек} = V_{бөлме} \cdot X_O (t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}) = 249{,}6 \cdot 0{,}42 \cdot (-9 - 19) = -2935$$

Күннен бөлінетін жылу әйнектің түріне байланысты 90%–ға дейін бөлме ортасымен жұтылады, қалған бөлігі шағылысады. Жылулық жүктеме шағылысудың максималды деңгейінде максималды мәнге жетеді. Шағылысудың екпінділігі мекеннің ендігіне, жыл уақытына және тәулік уақытына тәуелді болады.

Күн шағылысуынан бөлінетін жылу (радияция) мынадай формуламен анықталады:

$$Q_{шек} = (q^1 \cdot F_O^1 + q^{11} \cdot F_O^{11}) \beta_{С.З} \qquad (4.1)$$

мұндағы: q^1, q^{11} – тікелей және жайылған күн радияцияларының жылулық ағыны, Вт/ м^3;

$F_{O,}^1 F_O^{11}$ – тікелей күн радияциясымен сәулеленетін және сәулеленбейтін жарық жерінің ауданы, м^2;

$\beta_{К.Қ}$ – жылу өткізгіш коэффициенті.

4.3 К е с т е – Күннен қорғайтын құрылғылардың жылу өткізу коэффициенті

Күннен қорғағыш құрылғы	$\beta_{К.Қ}$
Сыртқы	
– жұқа перделер	0,15
– қалың перделер	0,2
– жалюздер	0,15
Ішкі	
– жұқа перделер	0,4
– қалың перделер	0,8

Терезенің артық көлеңкелеуші заттарының болмаған кезіндегі күн сәулелерінің терезеден өтетін периоды үшін $F_O^1 = F_O$; $F_O^{11} = 0$.

$$Q_p = q^1 \cdot F_o \cdot \beta_{К.Қ} = (q_{тік.} + q_{жай}) \cdot K_1^c \cdot K_2 \cdot \beta_{К.Қ} \cdot n \cdot H_o \cdot B_o = (305+86) \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}15 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 334$$

Күн сәулесі терезеден өтпейтін период үшін $F_O^1 = 0$; $F_O^{11} = 0$.

$$Q_p = q^{11} \cdot F_o \cdot \beta_{К.Қ} = q_{жай} \cdot K_1^{көл} \cdot K_2 \cdot \beta_{К.Қ} \cdot n \cdot H_o \cdot B_o = 86 \cdot 1{,}75 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}15 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 171$$

мұндағы: $q_{тік}$, $q_{жай}$ – тікелей және жайылған радияциялардың жылулық ағындары, Вт/ м^2;

F_0= n·Ho·Bo – жарық жерінің ауданы, м^2 (n – терезелер саны, биіктік H_o және ені B_o);

K_1 – көлеңкеленген терезелердің коэффициенті;

K_2 – кірленген терезелердің коэффициенті.

4.4 К е с т е – Вертикалды терезеден тура (Т) және жайылған (Ж) радияциялардан келетін шілдедегі жылуы

Географенін есептеу	Нағыз күнді уақыт		Жарты күнге дейінгі әйнектену							
	Жарты күнге дейін	Жарты күннен кейін	Солт.		ОШ		Оңт.		ОБ	
			Жарты күннен кейінгі әйнектену							
			Солт.		ОБ		Оңт.		ОШ	
			Т	Ж	Т	Ж	Т	Ж	Т	Ж
44	5–6	18–19	84	38	72	40	–	23	–	22
	6–7	17–18	42	70	209	86	–	55	–	44
	7–8	16–17	–	77	333	109	–	71	–	55
	8–9	15–16	–	71	398	108	66	79	–	60
	9–10	14–15	–	64	387	101	162	81	–	63
	10–11	13–14	–	60	305	86	245	84	–	67

4.5 К е с т е – Жарық кіретін жерлердің көлеңкеленуін ескеретін коэффициент K_1

Жарық ойығының Толуы	Кірленбеген ауа	Ендіктердегі кірленген ауа, Сол. Ендік (^{o}С Е)			
		44–68		44–68	
		Күн түсетін ойық$K_1^{күн}$		Көлеңке ойық $K_1^{көл}$	
Шыны блоктар мен шыны профильдер	1	0,7	0,75	1,6	1,75

4.6 К е с т е – Вертикал әйнектену үшін 80–90° әйнектің кірленуін ескеретін коэффициент K_2

Әйнектің кірлену дәрежесі	K_2
Аз мөлшерде (5мг/м^3–тан артық емес)	0,95

Адамдардан болатын жылу мөлшері жұмыстың екпінділігі мен ортаның ауасының параметрлеріне байланысты. Адамнан бөлінетін жылу конвекция, сәуле түсіру арқылы және теріден немесе өкпеден бөлінетін жылулардан болады.

4.7 К е с т е – Ішкі ортаға жылу бөлуі, Вт

Сыртқы орта темпера–турасы ^{o}С	Отырғандағы жағдай			Тұрғанда немесе жеңіл қозғалыс			Ауыр жұмыс		
	Анық	Жасырын	Жалпы	Анық	Жасырын	Жалпы	Анық	Жасырын	Жалпы
10	115	15	130	135	21	156	206	84	290
14	103	15	118	117	21	138	179	84	263
18	89	15	104	100	33	133	157	93	250
20	82	21	103	92	42	133	140	110	250
22	76	26	102	84	48	132	117	132	249
30	40	60	100	41	89	130	48	198	246
32	20	78	98	22	106	128	31	213	244

4.8 кестеден байқағанымыздай, жылудың жалпы мөлшері ортаның төменгі температураларында жоғары, анық жылу төменгі температураларды жоғары, ал, жасырын жылу жоғарылайды.

4.8 К е с т е – Адамнан бөлінетін ылғал мен көміртек тотықтарының мөлшері

Параметрлер	Ғимараттағы ^{o}С ауа температурасындағы мәні				
	15	20	25	30	35
Ылғал г/сағ	40	40	50	75	115
Көміртек қос тотығы г/сағ	45	45	45	45	45

Шамдардан түсетін жылулар:

$Q_{жарық} = \eta \cdot N_ж = 0,6 \cdot 60 = 36$

мұндағы: η – электрикалық энергияның жылулық энергияға өту коэффициенті;

Nж – шамлардың қуаты. Люминисцентті шам қолданғанда η=0,5–0,6.

Жақсы жарықтанған жерлерде Nж=50–100 Вт/м^2.

Өндірістік құрылғыдан бөлінетін жылулар былай анықталады, Вт:

$Q_{құр}=N_{қондырғы}\cdot K= 300\cdot 0,25=75$

1 компьютерде орташа 300 Вт жылу бөлінеді.

Кеңселік пен тұрғын ғимараттарында ылғал бөлушілер ретінде адамдар болып табылады. Адамдардан басқа ашық су орындары, дымқыл материалдар, химиялық реакциялар жатады.

Сондай – ақ, ылғал мөлшері сырттан да түсе алады.

Адамдардан ылғалдың бөлінуі қозғалып жұмыс істеуден ғана емес, қоршаған ортаның ауасына да байланысты болады.

4.9 К е с т е – Жұмыс сипаты

Жұмыс сипаты	Ылғалдың бөлінуі W, кг/сағ, ^oC ауа температурасындағы мәні				
Тыныш жағдай	15	20	25	30	35
Жеңіл физикалық жұмыс	0,035	0,04	0,062	0,094	0,15

Адамдардан бөлінетін ылғалдың мөлшері:

$W_{адам}=d\cdot n$ (кг/сағ)=0,175·4=0,7

Дымқылданған құрылғылар мен еден үстінен ылғалдылықтың бөлінуі:

$W_{еден}=0,006\cdot F1(t_{құрғ}–t_{дымқ})= 0,006\cdot 78\cdot(25–14)=5,2$

Бөлменің ылғалдылық балансы бойынша алғандағы ауа алмасуын анықтаймын:

$$G = \frac{W_{ылғал}}{d_{ішкі} - d_{сырт}} = \frac{0,7+5,2}{10,3-9,3} = 5,9; кг/сағ$$

мұндағы: $d_{ішкі}$ және $d_{сырт}$– ғимарат іші мен сыртындағы ылғалдылық мөлшері

Бөлменің жылулық балансы бойынша алғандағы ауа алмасуын анықтаймын:

$$G = \frac{Q}{c\cdot(t_i - t_c)}, кг/сағ \qquad (4.2)$$

мұндағы: Q – бөлмедегі жылу шығыны, Вт;

с –құрғақ ауаның сыйымдылығы, 1 кДж/кг к.

$$G = \frac{Q}{c \cdot (t_i - t_c)} = \frac{314 + 334 + 171 + 36 + 75}{1{,}05 \cdot (18 - (-15))} = 27 кг / сағ$$

Сонда жалпы жылу келетін тепе–теңдік былай анықталады:
Жылдың жылы кезі үшін, Вт :

Q = 776+334+171+36+75=1392

Жылдың суық кезі үшін:

Q = –2935+334+171+36+75=–2319

4.4 Кондиционерді таңдау

Кондиционердің жыл бойына толығымен істеп тұруы үшін REXAIRS фирмасының құрылғысын таңдаймыз, өйткені бұл фирманың кондиционерлері суық уақыттарда «жылу сору» режимінде жақсы жұмыс істейді. REXAIRS (АҚШ) фирмасының CP сериялы кондиционері. Қанағаттандыратын ауа тазалығын сақтау үшін өндірістік кеңседе 2 кондиционер орнату қажет.

4.10 К е с т е – REXAIRS фирмасының қабырғалы кондиционерінің техникалық сипаттамасы

Моделі	CP 10
Қорек. көзі, В/ф/Гц	230/1/50
Суық ауа өндірісі, Вт	1 891
Эл. қуат, Вт	650
Қолданылатын ток, А	2,8
Ылғалсыздандыру (max), л/4	1,0
Жылы ауа өндірісі, Вт	2 052
Ішкі блок	
Ауа жұмсалуы (max), $м^3$/ч	320
Өлшемдер: (мм) – ұзындығы – биіктігі – тереңдігі	750 270 175
Сыртқы блок	
Ауа жұмсалуы (max), $м^3$/ч	950
Өлшемдері: (мм) – ұзындығы – биіктігі – тереңдігі	 660 500 230

4.5 Өмір қауіпсіздігін қамтамасыз ететін техникалық шешімдер

Қорғаныш жерлеудің есептемесі: Жерлеу түрі – контурлы, мұндайда жерлеушілер мекеменің контуры бойынша орналасқан. Мекеме өлшемдері: А=60 м, В=15 м.(4.1 сурет).

Контур өзара көлденең жолмен қосылған, ұзындығы $l_в$ = 3 м, диаметрі d = 50 мм болатын болат құбырлардан құралған, тігінен орналасқан электродтардан тұрады, *м*:

$$L_2 = Б_к=(A+B)\cdot 2 \qquad (4.3)$$

Мәндерді (4.3) формуласына қойсақ:

$L_2 = P_к= (60+15)\cdot 2 = 150$

Көлденең электрод ретінде қимасы 40×4 мм болат жолақ қолданамыз. Электродтарды жерге орнату тереңдігі t_0= 0,5 *м*. Топырақтың меншікті кедергісі*P* = 80*Ом·м*. Табиғи жерлеуіш ретінде кедергісі $R_{таб}$=20 *Ом* темірбетонды арматура қолданылған. Жерге тұйықталу тогы $I_ж$ = 70 *А*.

Қолдану коэффиценті тәсілі бойынша есеп жүргіземіз.

Талапты ПУЭ жерлеуішінің ағып кетуіне кедергі, [24,25]:

$$R_{ж} = \frac{125}{I_з} \qquad (4.4)$$

$$R_{ж} = \frac{125}{70} = 1{,}78$$

Табиғи емес жерлеуіштің талапты кедергісі:

$$R_T = \frac{(R_{таб}\cdot R_{ж})}{(R_{таб} - R_{ж})} \qquad (4.5)$$

$$R_T = \frac{(20\cdot 1{,}78)}{(20-1{,}78)} = 1{,}95$$

Тігінен орналасқан электродтар саны:

$$n_{тіг} = \frac{P_К}{a} \qquad (4.6)$$

мұндағы: а – тігінен орналасқан жерлеуіштер арасындағы арақашықтық,

$\frac{\alpha}{l_{mi\text{г}}}$ = 1;2;3 шарты бойынша қолданылады, бұл жағдайда *a*=3

(4.6) формуласына мәндерді қоямыз:

$$n_{mi\text{г}} = \frac{150}{3} = 50$$

Тігінен және көлденең орналасқан электродтар үшін топырақтың есептік меншікті кедергісін анықтаймыз:

$$\text{Р}_{\text{есеп.т}} = \text{k}_\text{C} \cdot \text{Р} \qquad (4.7)$$

мұндағы: k_C – климаттық зонаға байланысты топырақтың кебуі мен аязданыын ескеретін сезон коэффициенті, Қазақстан үшін – k_C =1,4; k_C' = 2,5 [24,25].

(4.7) формулаға мәндерді қоямыз, *Ом·м*:

$\text{Р}_{\text{есеп.т}}$ = 1,4·80 = 112

$\text{Р}_{\text{есеп.т}}$ = 2,5·80 = 200

Электродтардың ағып кетуінің есептік кедергісі – $R_{mi\text{г}}$:

$$R_{mi\text{г}} = \frac{P_{есеп.т.}}{2\pi \cdot l_{mi\text{г}}}\left(\ln\frac{2l_{mi\text{г}}}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}\right) \qquad (4.8)$$

$$R_{mi\text{г}} = \frac{112}{2\cdot 3{,}14\cdot 3}\left(\ln\frac{2\cdot 3}{0{,}5} + \frac{1}{2}\ln\frac{4\cdot 2+3}{4\cdot 2-3}\right) = 30{,}7$$

Көлденең электрод үшін $R_к$:

$$R_к = \frac{P_{есеп.к}}{2\pi \cdot L_к}\cdot \ln\frac{L_к^2}{dt} \qquad (4.9)$$

$$R_к = \frac{200}{2\cdot 3{,}14\cdot 150}\cdot \ln\frac{150^2}{0{,}5\cdot 0{,}04\cdot 0{,}5} = 3{,}1$$

4.2 және 4.3 кестесі бойынша тік және көлденең электродтардың қолдану коэффицентін анықтаймыз, [24,25]:

$\eta_т$=0,4; $\eta_к$ =0,21

Қабылданған топтық жерлеуіштердің ағып кетуіне кедергі:

$$R_{топ} = \frac{(R_т \cdot R_к)}{(R_т \cdot \eta_к + R_к \cdot n_т \cdot \eta_т)} \quad (5)$$

$$R_{топ} = \frac{(30{,}7 \cdot 3{,}1)}{(30{,}7 \cdot 0{,}21 + 3{,}1 \cdot 50 \cdot 0{,}4)} = 1{,}39$$

Жерлеуіштің керекті және есепті кедергі арасындағы айырмашылығы:

$\Delta R = R_Т - R_{топ}$ = 1,95–1,39 = 0,56

Жерлеуіштер арасын азайту үшін олардың арасындағы арақашықтық a = 6 *м* деп алсақ,

$$n_{тіг} = \frac{P_К}{a} = \frac{150}{6} = 25$$

$$R_{ес} = \frac{(30{,}7 \cdot 3{,}1)}{(30{,}7 \cdot 0{,}31 + 3{,}1 \cdot 0{,}61 \cdot 25)} = 1{,}7$$

Жасанды жарықтандыруды есептеу. Жалпы жасанды жарықтандырудың есептелуі жарық ағынының қолдану коэффиценті тәсілі бойынша есептеледі [26,27]. Айырмашылықты объектілердің өлшемдері 1–5 мм қашықтықта орналасқан, еңбектің көретін зонасының разряды дәлдіктің бесінші кішісімен айқындалған, сондықтан жалпы жарықтандыру жүйесі үнемді болады. Яғни ауданы 14,85 м^2, биіктігі 3 м бөлмені біртекті жарықтандыру үшін шамдар жоғарғы зонада орналасады.

Осы талаптардың негізінде ЭЕМ операторының еңбек орнының жалпы жарықтандыру жүйесінің есептеуін жүргіземіз. Есептеуді жарық ағыны бойынша жүргіземіз, осылайша документтің жарықтануының берілген мәні 500 лк деп аламыз.

Нормалы минималды жарықтандыру келесі формула бойынша анықталады:

$$E_{\min} = \frac{F_ш n \eta Z}{SK} \quad (5.1)$$

мұндағы: $F_ш$ – бір шамның жарық ағыны;

n – бөлмедегі шамдар саны;

η–жарық ағымының қолдану коэффиценті, яғни жарықтандырылатын бетке түсетін барлық шамдардың жарық ағымының үлесі;

Z – жарықтандырудың әркелкілік коэффициенті;

$S = A \cdot B$ – жарықтандырылатын бөлменің алаң ауданы;

K – қор коэффициенті (шамдардың ластануы, ескіруі).

Жарықтанатын бетке жететін жарық ағымының бөлмедегі толық жарық ағымына қатынасы жарық ағымын қолдану коэффициентіне тең. Бұл қабырға ρқ мен төбе ρт шағылуына байланысты, келесі формуламен есептеледі:

$$\varphi = \frac{A \cdot B}{H_{ж} \cdot A + B} \qquad (5.2)$$

мұндағы: $H_{ж}$ – жұмыс бетінің деңгейінен шамдардың іліну биіктігі (шартты түрде жұмыс беті ретінде еденнен 0,8 м биіктікте орналасқан көлденең бет есептелінеді). Люминесцентті шамдар 2,5 – 4 м биіктікте орнату ұсынылады.

Еңбек бетінің минималды жарықтандырылуы нормаланғандықтан есептеу кезінде жарықтандырудың z әркелкілік коэффициенті енгізілген.
Люминесцентті шамдар үшін z = 0.9.

Шамдар санын тауып, (5.2) формуласынан келесіні табамыз:

$$F_{ш} = \frac{E\min \cdot S \cdot K}{Z \cdot \eta}, \qquad (5.3)$$

Жалпы жарықтандыру кезінде еңбектің осы категориясы үшін ең аз жарықтандыру E_{min}= 300 лк (люкс).

Жарықтандыру пульстену коэффиценті 15 % астам емес.

Қор коэффициенті к = 1,5.

Жарықтандырудың әркелкілік коэффициенті z = 0,9.

ЖЭЕМ орналасқан диспетчер бөлмесінің ұзындығы A = 5,5 *м*, ені B = 2,7 *м*, биіктігі H = 3 *м*.

Аспалы төбеде АОД шамдары орналасқан (люминесцентті шамдарымен екі шамды ЛБ–40).

Қабырға мен төбеден жарық ағымының шағылу коэффициенті: $\rho_{қ}$=50%, $\rho_{т}$ = 70%.

Жалпы жарықтандыру жүйесі үшін шамдар санын анықтаймыз.

ЭЕМ бар бөлме үшін жұмыс бетінің деңгейі еденнен 0,8 м биіктікте орналасады. $H_{ж}$ = 3,2 (жұмыс бетінен ілінудің биіктігі).

Бөлме ауданы: $S = A \cdot B = 5{,}5 \cdot 2{,}7 = 14{,}85$ *м*^{2}.

ЛБ40 лампасы бар АОД шамдары үшін бір лампаның жарық ағымы $F_{ш}$ = 2480 *лм* (люмен).

Алдымен бөлме көрсеткішін анықтаймыз:

$$P = \frac{(A \cdot B)}{(\ (H_{ж} \cdot (A \cdot B\ ))} = \frac{(5{,}5 \cdot 2{,}7)}{((3{,}2 \cdot (5{,}5 + 2{,}7\ ))} = 0{,}566\,.$$

Енді р=0,566 үшін, төбеден шағылу коэффициенті p_m=0,7 және қабырға үшін $p_к$=0,5, жарық ағымын қолдану коэффициенті – p = 0,47 .

Керекті шамдар саны келесі формуламен анықталады:

$$N = \frac{(E_{\min} \cdot S \cdot K)}{(F_{ш} \cdot z \cdot n \cdot p)} = \frac{(300 \cdot 14{,}85 \cdot 1{,}5)}{(2480 \cdot 0{,}9 \cdot 2 \cdot 0{,}47)} = 3{,}185 = 4$$

Шамдағы лампалар саны екіге тең. Лампалардың жалпы саны:

$n = (2 \cdot 4) = 8$

N – ді қатар санына бөлсек, әрбір қатардағы шамдар санын анықтаймыз. Шамның ұзындығы белгілі болғандықтан, қатардағы барлық шамдардың ұзындығын табамыз.

Егер ол ұзындық қатардың геометриялық ұзындығына жақын болса, онда қатар бірыңғай болады; егер қатар ұзындығынан аз болса, онда шамдар ажыратылып орналасады; егер қатар ұзындығынан көп болса, қатар саны көбейеді. Шамдар екі қатарға орналассын дейік. Әрбір қатардағы шамдар саны:

$$N_к = \frac{N}{2} = 2$$

АОД шамының ұзындығы 1,2 м, бір қатардың ұзындығы 2 · 1,2 = 2,4 м.

Шамдар қатарының арасындағы қашықтық, м:

$$L = \lambda \cdot h = 1{,}2 \cdot 2{,}2 = 2{,}64$$

мұндағы: λ = 1.2 – әркелкілік коэффициенті;

h – ілу биіктігі.

Қорыта айтқанда, бұл жобада жұмыс орнындағы адамдардан, әр түрлі жарықтандыратын құралдар мен құрылғылардан бөлінетін жылуды, әйнек арқылы шағылған күннің жылуын және де бөлмеде ылғалдың бөлінуін есептеу арқылы мен REXAIRS (АҚШ) фирмасының CP 30 кондиционерін таңдадым.

ҚОРЫТЫНДЫ

XX ғасырдың аяғы бүгінгі таңда экономика мен қоғамның әлеуметтік ортаның дамуын жеделдету үшін арналған ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың конвергенциясы мен дамуы өте жақсы болды.

Болжамдар бойынша, Интернет пен жалпы қолданыстағы телефондық желі пайдаланушыларының сомалық саны 2015 жылға дейін 100 миллионнан асады. Бүгінгі күнде, электрбайланыстағы ғылыми – техникалық прогресстің негізгі бағыттарының бірі, сымсыз радиобайланыс желілерінің дамуы болып табылады. 4G(LTE) технологиясы бойынша сымсыз қатынаудың қызмет түрлерін көрсету – ұялылық, сапа, ыңғайлылық пен тиімділікті қамтамасыз етеді. Келешекте, кемшіліктерін жойып, артықшылықтарын жақсарту нәтижесінде 4G(LTE) технологиясына деген сұраныс арта түседі.

Осы дипломдық жобада байланыс сапасын жақсарту және ұсынылатын қызметтер көлемін арттыру мақсатында LTE технологиясы көмегімен Тараз қаласындағы ұялы байланыс жүйесін жобалау қарастырылды. Жабдықтар таңдалынып, жүйенің қажетті параметрлері есептелді, базалық станцияның қамту аумағына, LTE желісінің сыйымдылығына, байланыстың тиімділігіне, пакеттің оптимизациясына талдау жасалынды. Жобаның толықтай іске асырылуы үшін жобаға қажетті Alcatel компаниясының құрылғылары мен “ Huawei ” фирмасының үш секторлы антеннасы таңдалып алынды.

Экономикалық бөлімде жұмыстың тиімділігі қарастырылған. Жылдық эксплуатациялық шығындары анықталып, табыс пен капитал шығындары есептелінді. Жүргізілген есептеулер бойынша: жоба орындалу үшін қажетті қордың көлемін анықтадық және де жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық. Сонымен қатар жобаны енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда мөлшерін есептеп шығардық. Жобаның өзін–өзі ақтау мерзімі 2,2 жыл кеткен шығындар мен түсетін табыс бойынша, жұмыстың тиімді екені анықталды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде, қызметкерлердің жұмыс орындарында еңбек пен қауіпсіздік шаралары қарастырылып, керекті есептеулер жүргізілді. Жұмыс орындары, техникалық қауіпсіздік пен қойылған талаптарға сай ұйымдастырылды. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде байланыс жабдығы жұмыс істеп тұратын бөлменің ауа алмасу жүйесі қарастырылып, көрсеткіштері есептелген.

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

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. ПечаткинА. В. Системы мобильной связи. Часть 1.– Рыбинск: РГАТА, 2008.

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

5. БаеваН.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, С–П, 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., СоколовА.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. ХакимжановТ.Е., ЖандаулетоваФ.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. Естественноеи 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/

26. http://www.alcatel–lucent.com/lte

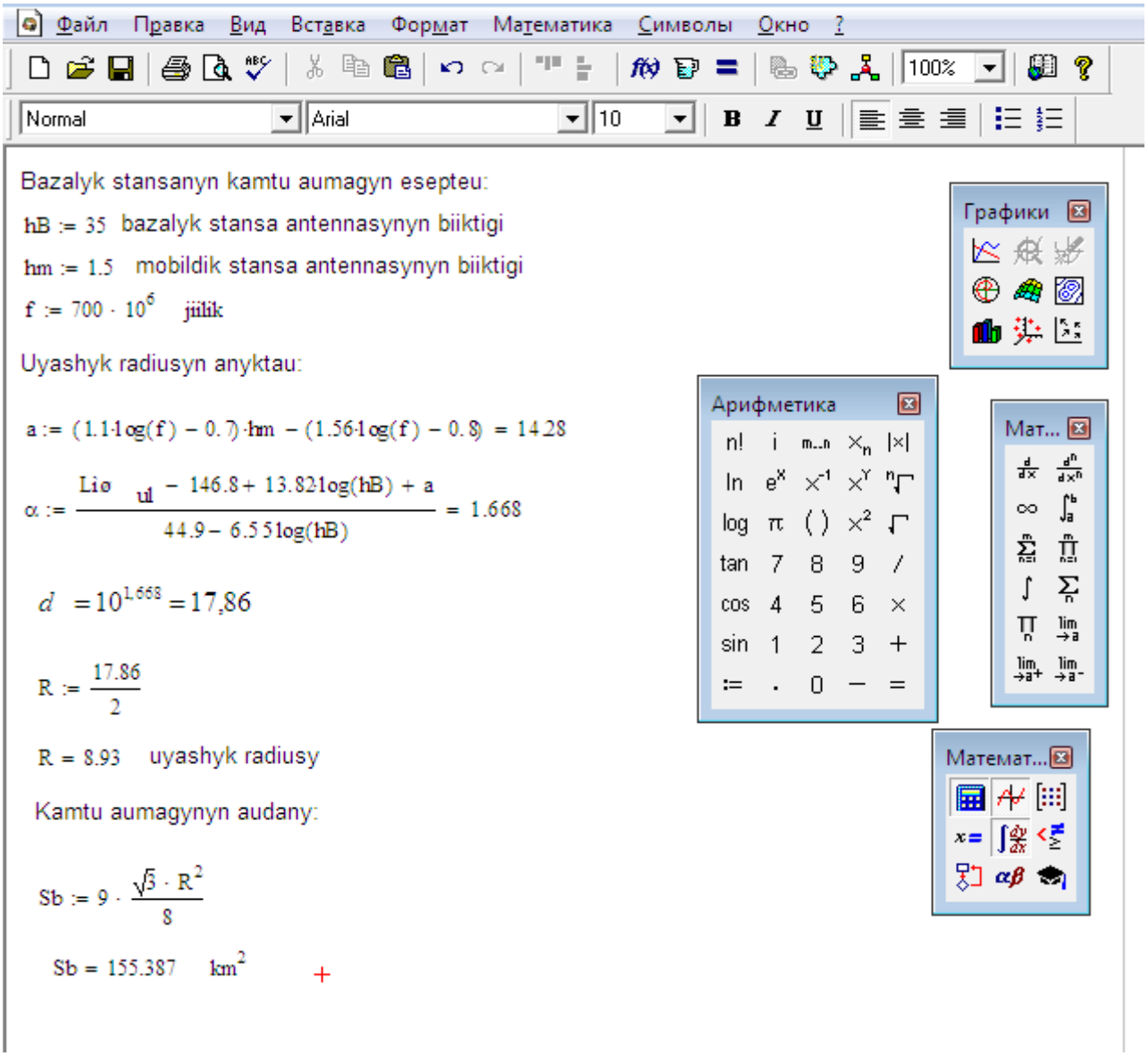
27. http.//www.altel4G.kz

28. http.//www.alcatel.ru /products/networks/all/

29.http://kk.wikipedia.org/wiki/Тараз

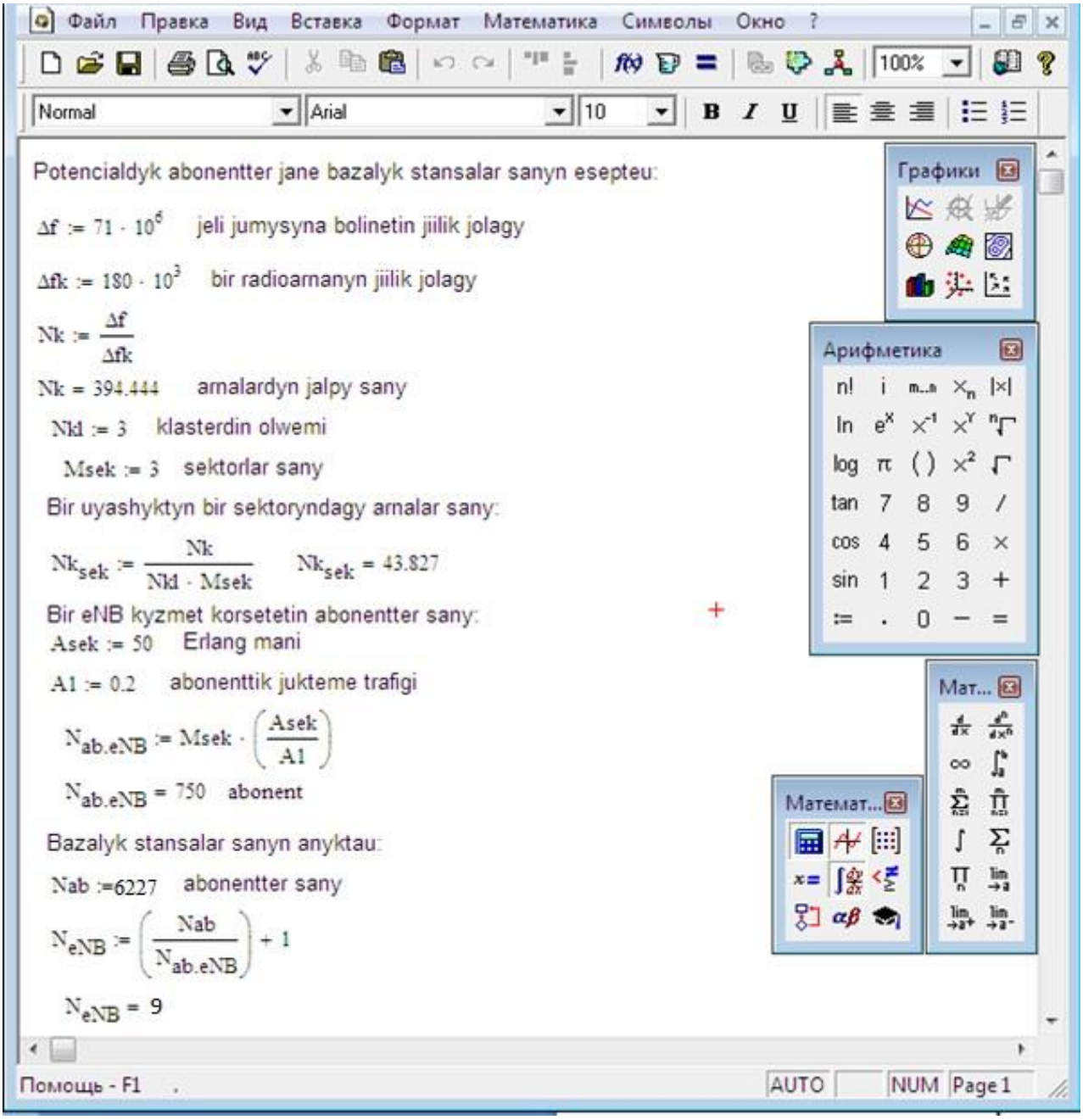
30. Сообщество ru_4G, данные GSA

А ҚОСЫМШАСЫ



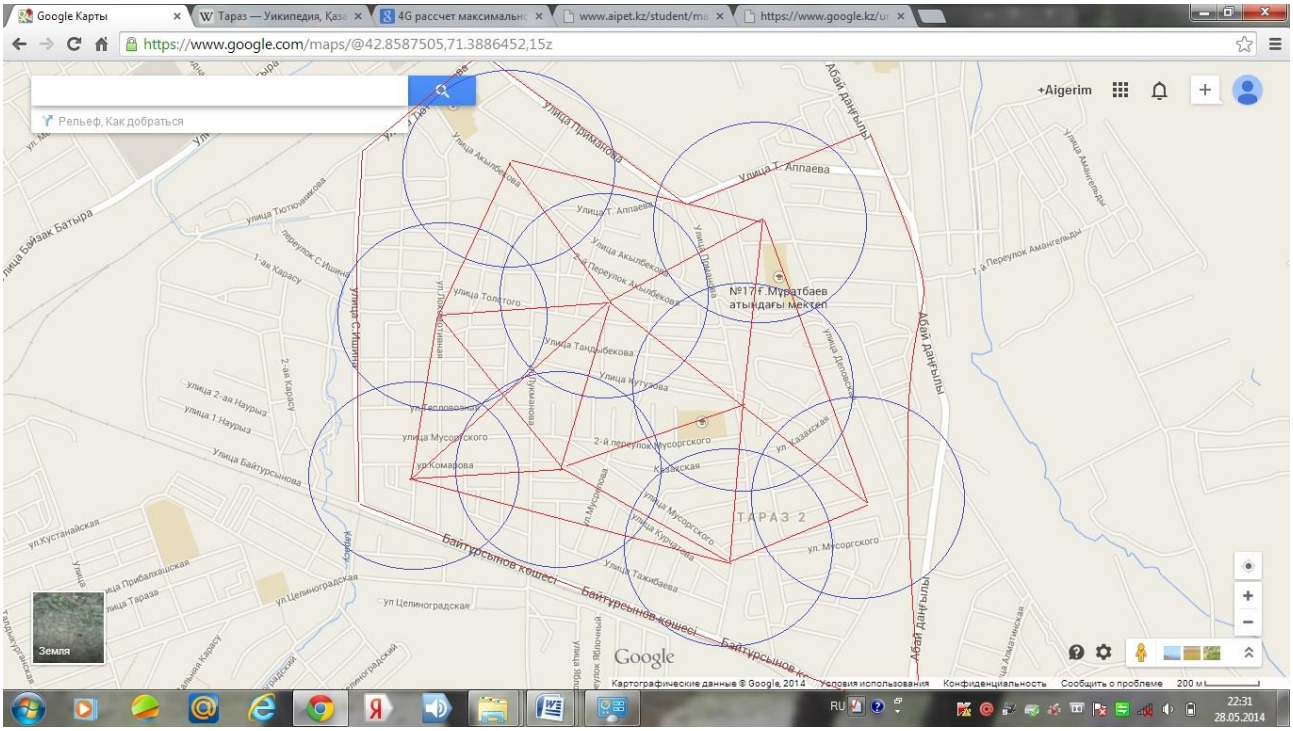
А.1 Сурет – Тараз қаласындағы Тараз–2 ауданындағы жобаланатын LTE желісінің қамту аумағының ауданын есептеудің MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеме көрінісі

Ә ҚОСЫМШАСЫ



Ә.1 Сурет – MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеулердің көрінісі

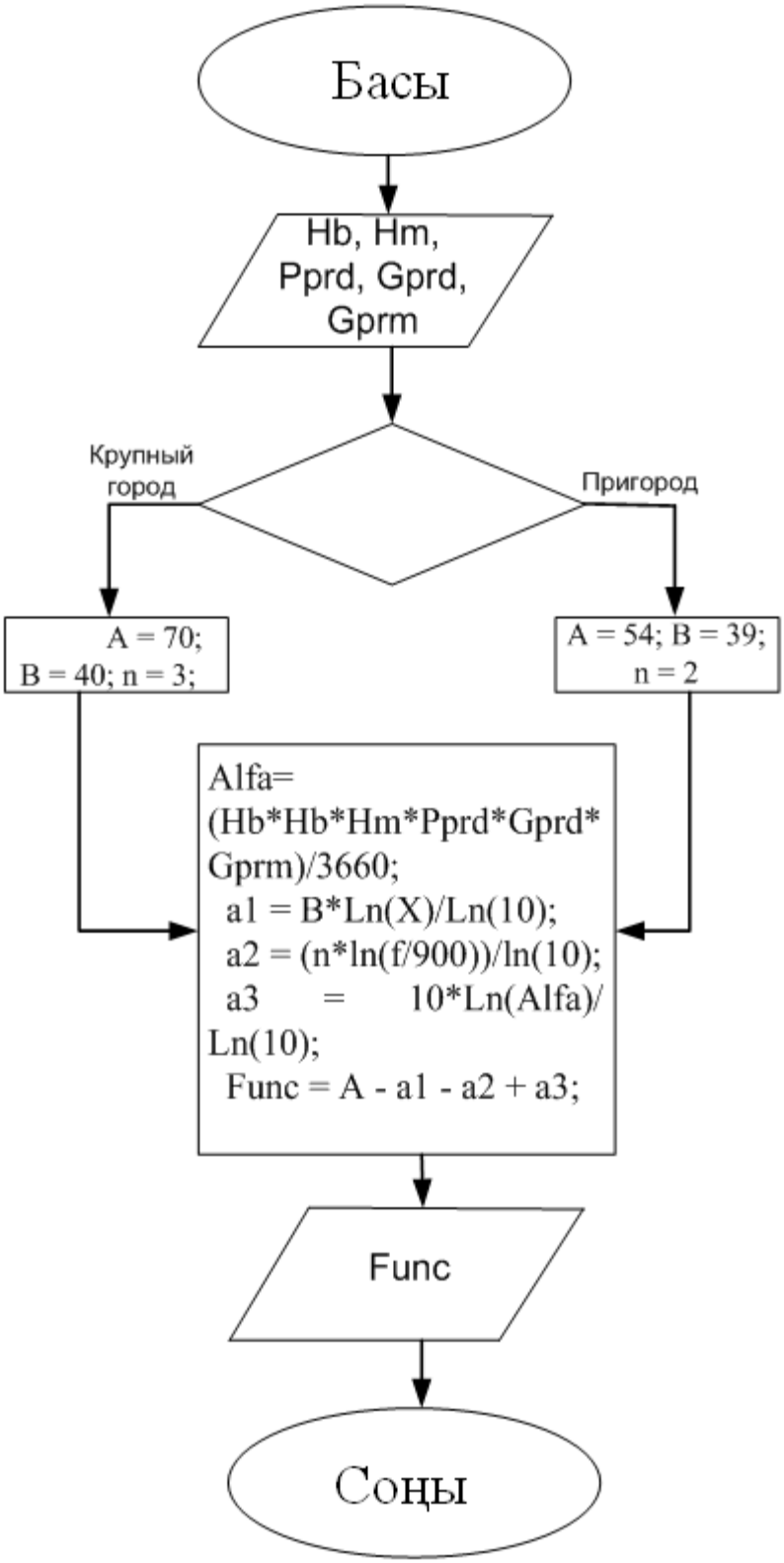
Б ҚОСЫМШАСЫ



Б.1 Сурет – Тараз қаласында жобаланатын LTE желісінің базалық станцияларының орналасу картасы

В ҚОСЫМШАСЫ

Қабылданатын дабыл қуатын анықтайтын бағдарламаның блок сұлбасы.



Г ҚОСЫМШАСЫ

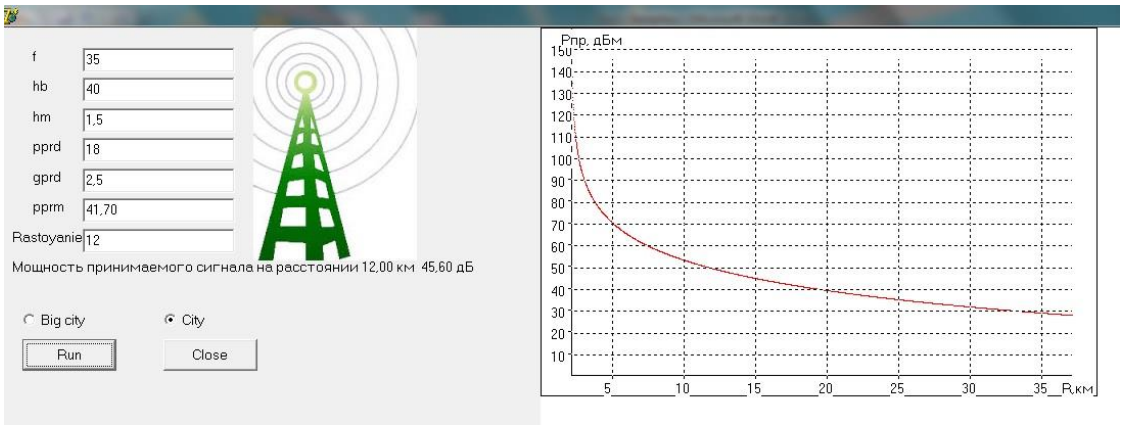
Қабылданатын дабыл қуатын Delphy бағдарламасында есептеу листингі:

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,StdCtrls,
ExtCtrls;
type
TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Edit5: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Image1: TImage;
    Button1: TButton;
    RadioButton1: TRadioButton;
    RadioButton2: TRadioButton;
    Label7: TLabel;
    Edit7: TEdit;
    Label8: TLabel;
    Button2: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
Form1: TFo
```

```
Implementation
{$R *.DFM}

Function Func(X:real) : real;
 var
 A, B, n : integer;
 f, Hb, Hm, Pprd, Gprd, Gprm : real;
 Alfa, R1 : real;
 a1, a2, a3 : real;
 begin
 If Form1.RadioButton1.Checked Then
    begin
  A := 70; B := 40; n := 3;
    end
  else  begin A := 54; B := 39; n := 2 end;
   f := StrToFloat(Form1.Edit1.Text);
  Hb := StrToFloat(Form1.Edit2.Text);
  Hm := StrToFloat(Form1.Edit3.Text);
  Pprd := StrToFloat(Form1.Edit4.Text);
  Gprd := StrToFloat(Form1.Edit5.Text);
  Gprm := StrToFloat(Form1.Edit6.Text);
  Alfa := (Hb*Hb*Hm*Pprd*Gprd*Gprm)/3660;
  a1 := B*Ln(X)/Ln(10);
  a2 := (n*ln(f/900))/ln(10);
  a3 := 10*Ln(Alfa)/Ln(10);
  Func := A – a1 – a2 + a3;
 end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
R,x  : real;
h, w, x0, y0,yo : integer;
x1, x2, y1, y2 : real;
y , dx: real;
l, b :integer;
mx, my : real;
dly, dlx : real;
begin
if (edit1.text<>'') and (edit2.text<>'') and (edit3.text<>'') and (edit4.text<>'') and
(edit5.text<>'')and (edit6.text<>'')and (edit7.text<>'') then
begin
```

```
x0 := 30; y0 := 340;
 R := StrToFloat(Form1.Edit7.Text);
 Form1.Label8.Caption := 'Мощность принимаемого сигнала на расстоянии ' +
FloatToStrF(R,ffFixed,3,2) + ' км'
+ '  '+FloatToStrF(Func(R),ffFixed,3,2) +' дБ';
 dx := 0.01;
 x1 := 0.005;
 x2 := 35; X := x1;
  y1:= Func(X2);
 y2 := Func(x1);
 h := 320; w := 490;
 my := h/Abs(y2–y1); mx := w/x2;
 l := 30; b := 340;
 x0 := 30; y0 := b;
with Form1.Image1.Canvas Do
   begin
   Brush.Color:=clwhite;
   rectangle(0,0,545,361);
   MoveTo(x0, y0); LineTo(520,340);
   MoveTo(x0, y0); LineTo(x0,10);
   repeat
   y := Func(x);
   Pixels[X0+Round(x*mx),y0–Round(y*my)] := clRed;
   x := x + dx;
   until (X >=X2);
   x := 5;  y := 10;
   dlx := 5; dly := 10;
   repeat
   MoveTo(Round(mx*x),y0–3); LineTo(Round(x*mx),y0+3);
   Pen.Style := psDot;
   MoveTo(Round(mx*x),y0+3); LineTo(Round(mx*x),30);
   TextOut(Round(mx*x)–8, y0+5, FloatToStrF(x,ffFixed,2,0));
   x := x +dlx;
    until (X > X2);
    repeat
    MoveTo(x0–3,y0–Round(y*my)); LineTo(x0+3,y0–Round(y*my));
   TextOut(x0–20, y0–5–Round(y*my), FloatToStrF(y,ffFixed,3,0));
    Pen.Style := psDot;
    MoveTo(x0+3, Round(y*my)); LineTo(520, Round(y*my));
   y := y +dly;
```

```
   if y > 150 then break;
   until (y > y2);
   TextOut(510,345,'R,км');
TextOut(20,4,'Рпр, дБ');
end;

end
else
showmessage('Введитевседанные');
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;

end.
```



Г.1 Сурет – Delphy бағдарламасы көмегімен шығарылған сызба көрінісі