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, проф. Байкенов А.С

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «_____» _____ **2016 ж.**

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Алматы-Астана аралығындағы магистралдағы цифрлық кеңістіктегі радиорелелік желіні ұйымдастыру.

_____ **мамандығы бойынша**

Орындаған Ишекенов Тұрар Жайлауович МТСк 12-01

(аты - жөні) (тобы)

Жетекші доцент Агатаева Б.Б.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

э.ғ.к. проф. Базылов Қ.Б

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «02» 06 2016 ж.

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

т.ғ.к. доцент Абикенова А.А.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «01» 06 2016 ж.

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

аға оқытушы Шугайып У.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «01» 06 2016 ж.

ТКЖ, доценті Агатаева Б.Б

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «25» 05 2016 ж.

Мөлшер бақылаушы:

аға оқытушы Тамырканова Э.К

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «01» 06 2016 ж.

Пікір жазушы :

_____

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

(қолы) «____» _____ 20____ ж.

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника электроника телекоммуникация мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Ишкенов Турар Жайтокович
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы

ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

Аймақ аралығы: Алматы - Астана. Жалғау саны - 740000. Трассаның ұзындығы - 1200 км. Елді мекендер саны - 22. Пролет саны, станция саны 24. Жиілік диапазоны - 7,125 - 7,725 ГГц. Трафик нұсқасы - Е1. Жүйе коэффициенті 117 дБ. Антенна диаметрі 0,6 м. Тұрақты қуат 28 дБм.

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

1. Цифрлық радиорелелік желілерінің негізгі мақсаты - байланыс желілерін құру, технологиялық байланыс, тамшыдан-оптикалық байланыс желілерін резервтеу.
2. Байланысты ұйымдастыру үшін антеннаның ілу биіктігін, қуаты коэффициентін, атмосфералық рефракцияға, субрефракцияға төзімділігін бағалау
3. Әлсіз қауіпсіздігі бөлімінде электромагниттік сәулеленудің адам ағзасына әсерін қарастырдым
4. Экономика бөлімінде, құрылыс, табыс, салық, зейнетақы жоспарларын қарастырдым.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Әр бағыт үшін жер беретінің көрінісі
2. РРЛ профиль пролетінің сызбасы. Prof Edit бағдарламасы
3. Френельдің минималды радиус зонасын есептеу. Delphi бағдарламасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Евсенко Г.Н. Цифровые системы радиосвязи. Учебное пособие. 2009. - 98 б.
2. Мордухович Л.Н Степанов А.Н Системы радиосвязи. Курсовое проектирование. М. Радио-связь, 2003. - 181 б.
3. Системы сигнализации ОКС № 3 - М: Радио и связь 2004 г. 365 б.
4. «Вестник связи», № 8, 2001 г, 2011
5. А. И. Раков «Надежность РРС связи», М 1971 г.
6. Проектирование радиорелейной линии прямой видимости: Ингвар Хенне, Nera Telecommunication, 2002 г, 152 б.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов К.Б	12.03-02.06.16	
ОТВ	Абикенова	29.04-01.06.16	
техникалық бөлім	Агатаева Б.Б.	25.05.16	
Есептеу техн. бөлім	Шугайып У.	18.04.16-01.06.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
	Радиорелелік желінің ұйымдастыру принципі	25.10.2015 – 30.12.2015	
	Цифрлық радиотарату құрылғыларын таңдау	26.12.2015 – 20.01 2016	
	Цифрлық радиорелелік арналардың ілу биіктігін есептеу	21.01.2016 – 20.03.2016	
	Тәжірибелік тұрақтылықты есептеу	20.03.2016 – 21.04.2016	
	Энергетикалық есептеулер	21.04.2016 – 25.05.2016	
	Тіршілік қауіпсіздігі	23.04.2016 – 31.04.2016.	
	Экономикалық бөлім	25.05.2016 – 30.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «25» 09 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к. проф Байкенов А.С
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

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

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Ишенков Д.Н
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жобада «Алматы-Астана қалалары арасындағы цифрлық радиорелелік байланыс желісін ұйымдастыру» болып табылады.

Есептеу бөлімінде тура көру цифрлық радиорелейлік линиялық жүйе құрамына негізгі үш бөлім кіреді. Олар: антенналарды ілуін есептеу, байланыс тұрақтылығын есептеу және энергетикалық есептеулер.

Сонымен қатар дипломдық жобада тіршілік қауіпсіздігі бөлімінің тапсырмалары қарастырылады.

Бизнес план бөлімінде жобаны енгізудің экономикалық жағы есептелінді.Экономикалық бөлімінде жобаның экономикалық тиімділігі,қаражат жоспары, құрылғы,еңбек,салық төлемдері,өзін өзі өтеу мерзімі есептелінді.

Аннотация

В данном дипломном проекте предоставлен процесс организация цифровой радиорелейной линий связи между городами Алматы-Астана.

Расчетная часть радиорелейной линий прямой видимости состоит из трех основных разделов. К ним относятся:расчет высоты подвеса антенны,устойчивость связи,а так же энергетические расчеты.

Также в проекте была рассмотрена степень задач безопасности жизнедеятельности.

В разделе бизнес план был произведен расчет эконмической части по внедрению проекта.В экономическом разделе был расчитан эффективность проекта в области экономики, финансового планирования, затраты на оборудования, трудовых, а так же налоговых платежей.

Annotation

In this thesis project process organization provided a digital radio-relay links between the cities of Almaty-Astana.

Calculation of the line-of-sight radio-relay consists of three main sections. These include: the calculation of the suspension height of the antenna, connection stability, as well as energy calculations.

Also, the degree of health and safety problems had been addressed in the project.

In the business plan had been calculated on the introduction of the economic project. In the economic section was targeted effectiveness of the project in the field of economics, financial planning, the costs of equipment, labor, as well as tax payments.

Мазмұн

Кіріспе 7
1 Теориялық бөлім 8
1.1 Радиорелейлік байланыс желісін ұйымдастыру 8
1.2 Радиорелелік байланыс желісін құру 9
1.3 Станция типтері 10
1.4 Қолданылатын жиіліктік жүйелері 14
1.5 Тікелей көріністегі радиорелейлік жол аппаратурасы 15
1.6 РРЛ трассасын таңдауда қойылатын талаптар 17
1.7 Радиорелелік желілердің интервал классификациясы 18
1.8 Жұмыс жиілігін таңдау туралы ұсыныстар 19
1.9 Жабдықтардың орналасу ережесі 22
1.10 Өндірушінің фирмасын салыстыра таңдау 23
1.11 Қондырғының сипаттамасы 24
1.12 РРС желісін бақылау және басқару 26
2 Есептік бөлім 29
2.1 РРЛ станциясына оптимальді трасса және орнын таңдау 29
2.2 Жиіліктің жоспары және интервалдағы поляризацияны таңдау 29
2.3 Шамалған-Құрты радиорелейлік пролетін есептеу 31
2.4 Антеннаның оптималды ілу биіктігін таңдау 32
2.5 ЦРРЛ параметрін анықтау 35
2.6 Байланыстың тұрақтылығын есептеу 36
2.7 Гулшат-Балқаш профиль пролетін есептеу 44
3 Тіршілік қауіпсіздігі 45
3.1 Электромагниттік сәулелер. Адам организміне тигізетін әсері 45
3.2 Адам денсаулығын электромагниттік сәулеленуден қорғау шаралары 47
3.3 Санитариялық-қорғаныш аймағының шекараларын және құрылысты шектеу аймағын есептеу 50
3.4 Антенна құрылыстарын пайдалану кезіндегі қойылатын қауіпсіздік талаптар 53
4 Бизнес жоспар 55
4.1 Түйіндеме 55
4.2 Кәсіпорын және сала 55
4.3 Қызмет сипаттамасы 56
4.4 Қаражат жоспары 56
4.5 Пайдалану шығындары 57
4.6 Әлеуметтік салық бойынша шығындарды есептеу 58
Қорытынды 63
Әдебиеттер тізімі 64
Қысқартылған сөздер 65
А қосымша 66
Ә қосымша 67

Кіріспе

Сымсыз байланыс желісі үлкен аумақтарды тез арада байланыстыруға мүмкіндік береді. Олар тез арада глобалды аумақтық желілерде байланыс орнатады, ал ол біздің кең аумақты елімізде маңызды рөл атқарады. Және де радиорелелі желіні қиын қол жетімді таулы аймақтарда қолданудың тиімді жолы болып саналады.

Радиорелелі желі өндірісте,көліктік қатыныста,халықтың қажетіне, ІІМ,ТЖМ қызметінде кеңінен қолданылады. Қолданыс диапазоны мен қарапайымдылығы желінің халық шаруашылығының кез келген секторына бейім бола алады. Сондықтан радиорелелі байланыс көптеген жылдар бойы экономикалық тиімді , тез бейімделетін және де өтімділік мерзімі тез уақытта орнығатын байланыс желісі болып табылады. РРЖ төтенше жағдайларда қолданылады, себебі тез орналатырады және де антенна қондырғысы қарапайым саналады.

Одан басқа сымсыз байланыс желісін қиын қол жетімді таулы аймақтарда қолдануға мүмкіндік береді. Басқа артықшылықтарынан цифрлық радиорелелік байланыс желісі жоғары жіберу жылдамдығына ие, және де өткізу қабілеті жоғары болып келеді (155 мбит/с және де жоғары) . Жиілік диапазоны 3,4 – 11,7 ГГц.

Цифрлық радиорелелік байланыс желісі бірнеше жүз мыңдаған әр түрлі сигнал түрін тарата алады. Сонымен қатар сигнал сапасы талшықты оптикалық байланыс желісі, спутниктік байланыс желісінен кем түспейді. Атап айтқанда, белсенді қарым-қатынас бұл түрі, ведомстволық корпоративтік, аймақтық, ұлттық және тіпті халықаралық байланыс желілерінде пайдаланылады.

Басқа артықшылықтарының арасында РРЖ, ең маңызды бірі қолданыстағы нысандарды, инфрақұрылымды пайдалану мүмкіндігі болып табылады, сондай-ақ қолданыстағы құрылымдарды қолдайды. Қазақстанның күрделі рельефті , таулы аймақтаранды көпарналы байланыс орнатуы РРЖ-нің тағы да бір артықшылығы болып табылады. Радиобайланыс төтенше авариялық қалпына келтіру және одан да көп жедел байланыс үшін ең тиімді байланыс екенін атап өткен жөн. ЦРБЖ ірі қалалар мен өнеркәсіптік аудандарында ірі сандық желілер орналастыру үшін тиімді болып табылады , кабель төсеуі қымбат және мүмкін емес болған жағдайда.

1 Теориялық бөлім

1.1 Радиорелейлік байланыс желісін ұйымдастыру

Цифрлық радиорелелік желілерінің негізгі мақсаты-байланыс желілерін құру, көлік инфрақұрылымының байланыс операторларының ішкі зоналық, ішкі аймақтық және жергілікті желілерін құру, технологиялық байланыс, қосылыс LAN жүрдек желілерін резервтеу,талшықты-оптикалық байланыс желілерін ұйымдастыру.

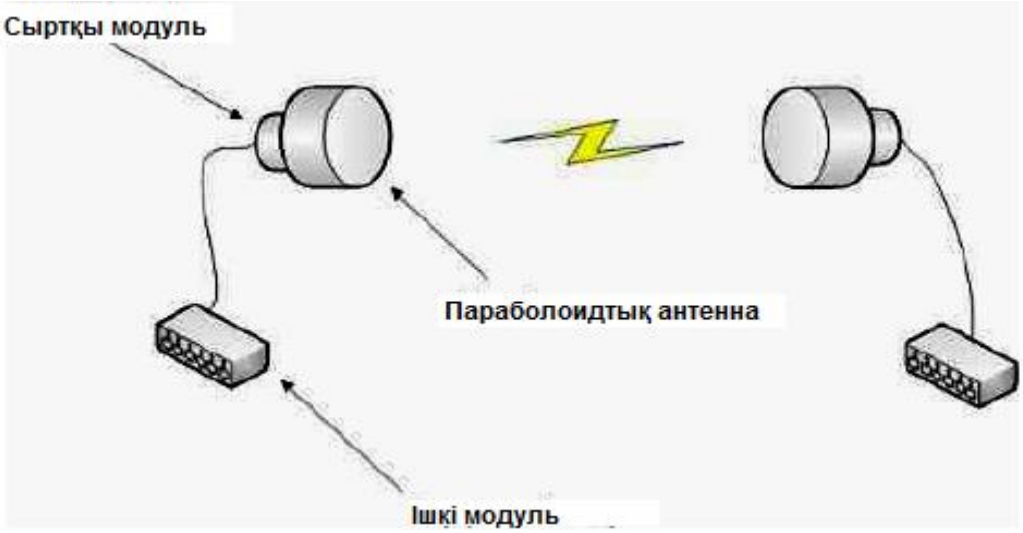
Байланыс операторларының магистральдық сымсыз арналарын құру кезінде,талшықты-оптикалық желісін резервтеу және талшықты-оптикалық желісіндегі сақиналарды тұйықтау үшін магистральдық РРС пайдаланылады.

Жоғары өткізу қабілеті мен деректерді жіберу кезінде ақаулардың болдырмауын қамтамасыз ету үшін бірнеше радио стволдары ұйымдастырылады. Талшықты-оптикалық желілерін төсеу мүмкін болмаған жағдайларда, өз аймақтық желілерін біріктіру үшін,байланыс операторлары радиорелейлік станцияларды пайдаланылады, сымсыз байланыстың бірнеше транзиттік пункттерден тұратын үлкен ұзындықтағы магистралдық желілері құрылады.

Желілік құрылым бойымен бөлінген кәсіпорынның (мұнай құбырлары, газ құбырлары, темір жолдар, электрмен жабдықтау жүйелері) бар өз ақпараттық құрылымының, коммуникациялық кабельдер орналасқан трассалары бойында-өндірістік объектілерді, өзінің аумақтық орналасуы әрқашан мүмкін құру ақпараттық ақаулардан төтеп беретін сақинасы. Бұл жағдайда орнату радиорелелік байланыс желілерінің ақпараттық орталықтарда қамтамасыз етуге мүмкіндік береді сенімді және үздіксіз жұмыс істеуі өндірістік процесс.

Радиорелелі тарату жүйелерінің байланысты ұйымдастыру принципін қарастырайық . Ішкі блок,ішкі модуль және сәулелендіргіш параболоидтық антеннадан тұратын байланыс орнату желісінің екі шетінен жабдықтар жинағы орнатылыды. Ішкі модуль апараттық , телекоммуникациялық қондырғыға жақын жерге немесе арнайы термоизоляцияланған контейнерге орнатылады. Ол коммутация міндеттерін және бірнеше сигналдарды бір сигналға мультиплексерлеу , сигнал модуляциясын аралық жиілікке ауысуын ,ішкі модульді басқару , резервтің қосылуын қамтамасыз етеді. Ішкі модуль бір және бірнеше ішкі жабдық қондырғыларына қызмет көрсете алады.

Сыртқы модульде ішкі модульден келетін 6-38 ГГц аралығында жататын негізгі жиілікті сигналды, аралық жиілікке түрлендіретін түрлендіргіш болады. Сыртқы және ішкі модуль әдетте коаксиальді кабельмен байланысады.Сыртқы модульде модуляцияланған сигнал параболоидтық антеннаның көмегімен сәулелендіріледі.Қарама қарсы беттен ұқсас қондырғы жабдығы орнатылады.Қазіргі заманғы РРЖ дуплексті болып келеді, атап айтқанда сигналды жіберіп қабылдау бір ғана жабдықтың көмегімен жүргізіледі



1.1 Сурет – Радиорелелік пролеттің құрылымы.

Радиорелелік желіні орнату кезінде РРЖ антенналар арасында тікелей көруді қамтамасыз етуіміз қажет . Бұл процесс туралау деп аталады. Оның көмегімен екі антенаның қабылдағыш бөлігі , антеннаның негізгі бөлігінің сәулелену бағытының өзгеруінің арқасында сигналды максималды қабылдап алу керек . Бұл сыртқы ауа-райы жағдайларында РРЖ ұшу тұрақтылығына әсерін тигізеді.Сонымен қатар сигнал деңгейі кейбір жабдық өндірушілердің жүйе қабілетіне әсерін тигізеді .

Қазіргі заманғы РРЖ ең жоғары аралығы 50 шақырым.Сандық жіберу , шифрлау әлі күнге дейін нашар ауа райы жағдайларында қолайсыздық туғызады.Сонымен қатар параболоидты антеннаның ең төмен жиілігі максималды диаметр үшін қолданылуы тиіс. Қазіргі телекоммуникациялық қондырғылар нарығында сыйымдылығы және бағасы жағынанда көптеген таңдаулар әр түрлу өндірушілерден ұсынылған .500 Мбит/с дейін жіберуге мүмкіндік беретін , 2xSTM-1,Fast Ethernet , Gigabit Ethernet транспорттық ағындарды қолданатын радиорелелік желілер пайда бола бастады.Бірақ бұл жүйелер қымбат болғандықтан 16,64 сыймдылықты Е1 ағынды ЦРРБ кеңінен қолданыс таба бастады. Цифрлы радиорелелік байланыс жүйесінде шусыз кодтау және резервтеу функциялары қарастырылған.Бірақ бұл жүйенің кейбір кемшіліктері болады,кабельді байланысқа қарағанда сенімділігі аз болады .Сол себепті маңызды интерфейстерде,мысалы BSC-MSC, RNC-MGW, RNC-SGSN т.с.с. кабель желісі қолданылады.

Қазіргі кезде ЦРРБЖ-де 10 Вт таратқыш , соңғы кезде тіпті қуаты 0.5 Вт болатын таратқыштар қолданылады . Тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін антеннаға 46 дБ қажет. Негізінен дециметрлік антенналар 30 дБ күшейтуге ие.

1.2 Радиорелелік байланыс желісін құру

Радиорелелік байланыс желісі ұзақ уақыт бойы бағасы , дамуы , өтелу мерзімі жағынан экономикалық тиімді желі болып келеді. Байланыстың бұл түрі тез орналастыру,антеннаны тез әрі қарапайым орнатуының арқасында

табиғи апаттар , төтенше жағдайлар кезінде пайдалануға ыңғайлы болып келеді.

Кез келген радиорелелік желі бөлімдерге бөлінеді . Әр бөлім өзін коммутациялайтын элементтер үйлесімінен тұрады. Бөлім көмегімен резеврке қою функциясын жүзеге асыруға болады.Бөлім трафик деректерді жіберу үшін пайдаланылады . Бөлімдердің бірігуі үлкен көлемдегі желілерді құру үшін пайдаланылады.

1.2 Сурет – Радиорелейлік секция сұлбасы

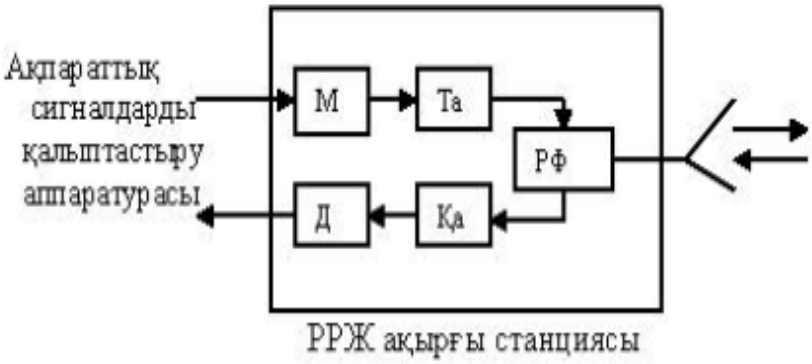
1.3 Станция типтері

РРС-ның негізгі түрлері : ақырғы ОРС , узелдік ҮРС , аралық ПРС . ОРС пен ҮРС-те радиотаратқыш пен радиоқабылдағыш орнатылады . Радиотаратқыштың құрамында – модулятор Мд және СВЧ сигналының таратқышы П , радиоқабылдағыштың құрамында – СВЧ сигналын қабылдағышы және демодулятор Дм орналасқан. СВЧ таратқышында аралық жиілікте модуляцияланған сигнал СВЧ немесе ҮВЧ диапазон сигналына түрленеді , СВЧ қабылдағышында қабылданған СВЧ сигналының ПЧ сигналына қайта түрлену процессі жүреді . СВЧ таратқышы және қабылдағышы , ПРС-та орнатылатын СВЧ таратуқабылдағышын құрайды .

Хабарламалық телевиденияға РРл арқылы радиосигнал таратқанда әр ПРС-та телевизиялық бағдарламаны ерекшелендіру жағдайы қарастырылған.

Радиорелейлік байланыс желілері сигналды бірнеше рет ретрансляциялау ұстанымына негізделген. Оның қарапайым құрылымдық сұлбасы 1.4-суретте көрсетілген. Ақырғы, аралық және тораптық стансалар бар. Ақырғы стансалар байланыс желісінің шеткі тармақтарына орнатылады және құрамында сигналдарды таратуда бағыттаушы модуляторлар және таратқыштары, қабылдағышты бағыттауда демодуляторы бар қабылдағыштары болады. Қабылдау және тарату үшін жолдарына жалғанған бір антенна қолданылады. Сигналдарды модуляциялау және демодуляциялау стандартты аралық жиіліктердің біреуінде (70-1000 МГц) жүргізіледі. Осы кезде модемдер әртүрлі жиілік аралығын қолданатын қабылдап- таратқышпен жұмыс істеуі мүмкін. Таратқыштар аралық жиіліктерді сигналдарды аса жоғары жиіліктегі (АЖЖ) жұмыс аралығындағы сигналдарға түрлендіруге арналған, ал қабылдағыштар – кері түрлендіру үшін және аралық жиіліктің

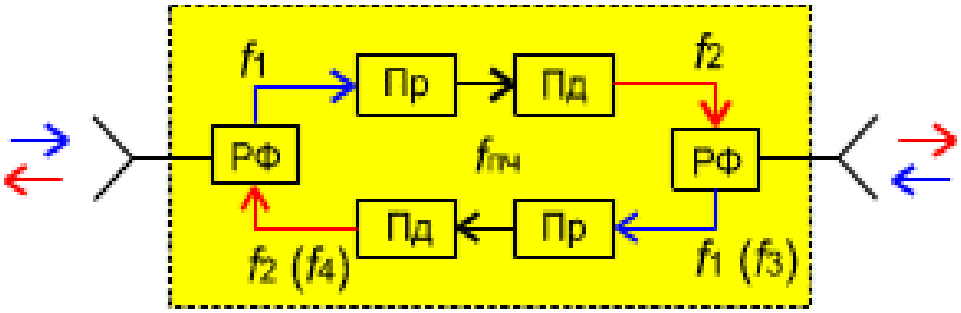
сигналын күшейту үшін қажет. 1.3-суретте ақырғы станцияның қарапайым құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



1.3 Сурет – Ақырғы станцияның құрылымдық сұлбасы

Аралық стансалар тікелей көріну қашықтығында орналасады және сигналдар қабылдауға, оларды күшейтуге және байланыс желісі бойынша ары қарай тасымалдауға арналған. Аралық стансада сигналдарды қабылдау және тарату

Жақын орналасқан антенналарды кері сәулелендіру әсерінен болатын қабылдап-таратқыштардағы паразитті байланыстарды жою үшін әртүрлі жиіліктерде жүргізілуі тиіс. Қабылдау және тарату жиіліктерінің арасындағы айырма жылжыту жиілігі деп аталады (fжыл). 1.4-суретте аралық стансаның құрылымдық сұлбасы бейнеленген.



1.4 Сурет – Аралық стансаның құрылымдық сұлбасы

Радиорелейлік жолдар (РРЖ) таратылатын сигналдардың тізбекті көпретті ретрансляциясын (қабылдауды, түрлендіруді, күшейтуді және таратуды) жүзеге асыратын қабылдау-тарату станцияларының (ақырғы, аралық, тораптық) тізбегі болып табылады. Радиотолқындардың таралу түрін пайдаланылуына қарай

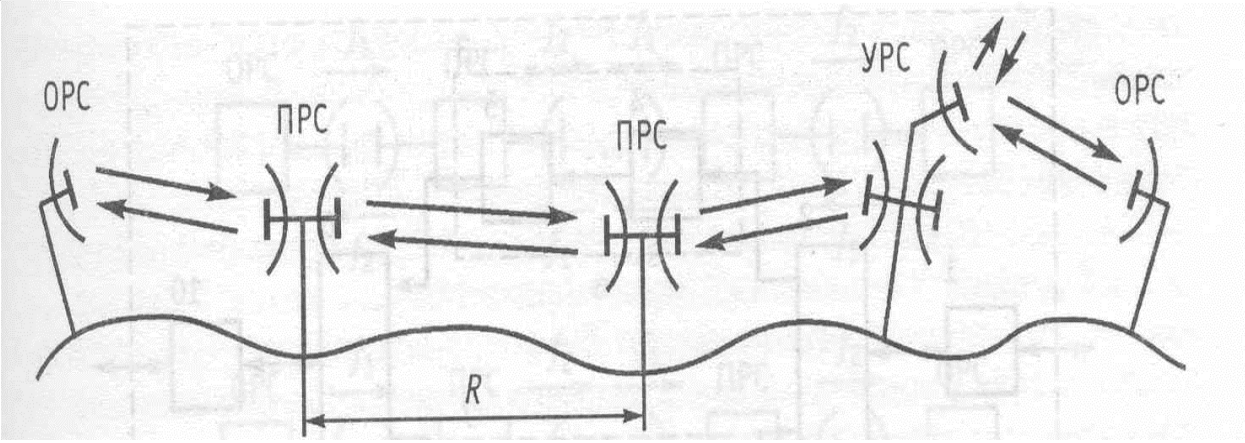
РРЖ-ын екі топқа бөлуге болады: тікелей көріністегі және тропосфералық.

Тікелей көріністегі РРЖ телефондық байланыс сигналдарын таратудың, дыбыстық және теледидарлық (ТД) хабар беру бағдарламаларын, цифрлық деректерді және де басқа хабарларды алыс қашықтыққа берудің жер үстілік негізгі жабдығы болып табылады. Көпарналы телефония мен ТД сигналдарының жиіліктер жолағының ені ондаған мегагерцке жетеді,

сондықтан оларды тарату үшін іс жүзінде тек қана дециметрлік және сантиметрлік толқындар пайдаланылуы мүмкін, олардың спектрінің жалпы ені 30 ГГц. Осыдан басқа, осы диапазондарда атмосфералық және өнеркәсіптік бөгеуілдер тіптен де жоқ. Көрші стансалар арасындағы қашықтық (аспа – пролет ұзындығы) R жер беті бедеріне және антенналардың көтерілу биіктігіне тәуелді. Әдетте оны тікелей көріну қашықтығына жақындау немесе теңдей етіп таңдайды. Атмосфералық рефракцияны ескере отырып, Жер бетінің сферикалығынан мұндағы h1 және h2 – сәйкесті түрде таратушы және қабылдаушы антенналардың көтерілу биіктіктері (метрмен). Нақты жағдайда, кедір-бұдырлы жер бетінде 50-100антенналық мұнаралардың биіктігінде R0 =40 – 70 км.

Бір тасымалдаушы жиілікте (немесе дуплекстік байланысты ұйымдастыруда екі тасымалдаушы жиілікте) ақпаратты тарату үшін РРЖ тарату-қабылдау аппаратурасы кешені баған (радиобаған) деп аталатын кең жолақты арнаны құрады. Телефондық мәліметтерді таратуға арналған және радиобағаннан басқа модемдер мен арналарды біріктіру мен ажырату аппаратурасынан тұратын жабдықты телефондық баған деп атайды. Толық теледидар (ТД) сигналдарын (ілеспе дыбыстық сигналдармен, ал көбінесе дыбыстық хабар таратумен бірге таратуға арналған сәйкесті аппаратураны ТВ бағаны деп атайды.

Қазіргі РРЖ –дің көпшілігі көпбағанды болып табылады. Бұл жағдайда, жұмыстық бағандардан басқа бір немесе екі резервтік баған болуы мүмкін, ал кейде қызметтік байланыстың жеке бағаны болады. Бағандар санының өсуіне қарай сәйкесті түрде жабдық көлемі (таратқыштар және қабылдағыштар саны) ұлғаяды.



1.5-Сурет. РРЖ-нің шартты бейнеленуі

РРЖ бір бөлігі (мүмкін болатын варианттарының біреуі) 1.5 суретте шартты түрде көрсетілген, онда үш типті радиорелейлік станция белгіленіп берілген: ақырғы АРС(ОРС), аралық АрРС (ПРС) және тораптық ТРС (УРС).

Ақырғы станцияда халықаралық телефондық станциялардан (МТС), халықаралық ТД аппараттығынан (МТА) және халықаралық хабар беру аппараттығынан (МХА) жалғаушы желілер арқылы келіп түсетін мәліметтерді РРЖ бойынша таратылатын сигналдарға түрлендіру, сондай-ақ қайтара (кері)

түрлендіру жүргізіледі. Ақырғы станцияда сигналдарды таратудың күре жолы (трактысы) басталып және аяқталады.

Әртүрлі РРЖ қиылысында орналасқан ТРС көмегімен РРЖ бойынша таралатын ақпарат ағындары бөлшектенеді және біріктіріледі. Сондай-ақ ТРС-қа телефондық, ТД және басқа да сигналдарды енгізу мен шығаруды жүзеге асыратын РРЖ станциялары жатады. Олар арқылы ТРС маңында орналасқан елдімекен осы желінің басқа мекендерімен байланысқа түседі.

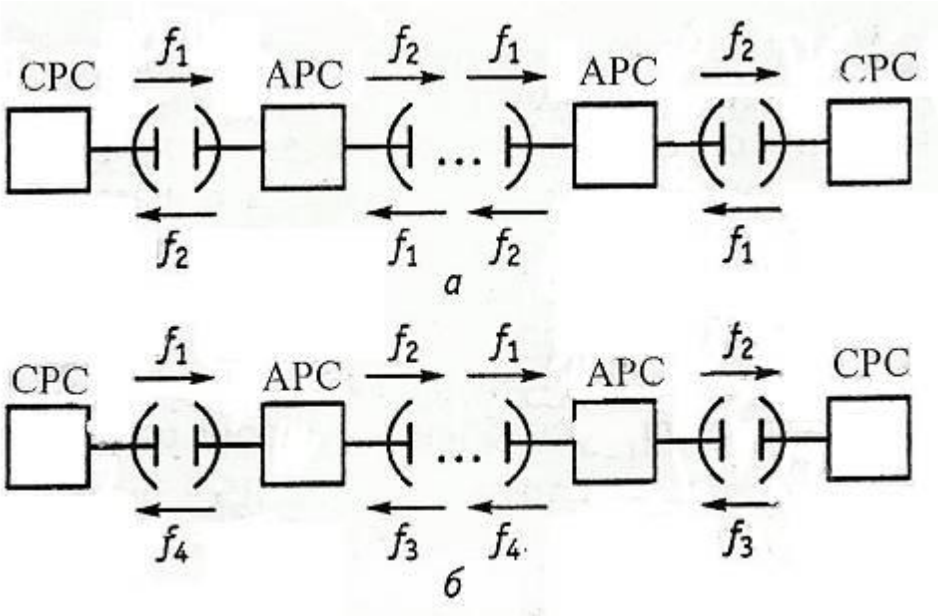
АРС немесе ТРС-да әрқашанда техникалық персонал бар, олар осы станцияларға ғана қызмет көрсетіп қоймай, сонымен қатар арнайы телеқызмет көрсету жүйесі көмегімен жақын жатқан АрРС –ды бақылауды және басқаруды жүзеге асырады. Көрші қызмет көрсетілетін станциялар арасындағы РРЖ учаскесі (300... 500 шақырым), АрРС бір бөлігі бір ТРС (АРС) телеқызмет көрсету аймағына кіріп, ал АрРС екінші бөлігіне басқа ТРС (АРС) көрсететіндей болып шамамен екіге бөлінеді.

АрРС таратылатын электр байланыс сигналдарын бөлектемейтін және жаңаларын енгізбейтін активті ретранслятор функциясын орындайды және де ережеге сәйкес, тұрақты қызмет көрсету персоналынсыз жұмыс істейді. АрРС ретрансляторы құрылымдық сұлбасы 3.2 суретте келтірілген. Сигналдарды активті ретрансляциялағанда АрРС-да бір мұнарада орналастырылған екі антеннаны пайдаланады. Бұл жағдайда таратылатын антеннамен сәулелендіріліп шығарылатын күшейтілген сигналдың қуатының бір бөлігінің қабылдағыш антенна кірісіне берілуін болдырмау мүмкін емес. Арнайы шаралар қолданбаса ретранслятордың күшейткішінің кірісі мен шығысының арасындағы аталған байланыс оның өздігінен қозуына әкеледі. Өз-өзінен қозудың қауіптілігін болдырмаудың тиімді әдісі ретранслятордың кірісі мен шығысындағы сигналдарды жиілік бойынша алшақтату болып табылады. Бұл жағдайда ретрансляторға әртүрлі жиіліктерде жұмыс істейтін қабылдағыштар мен таратқыштарды орнатуға тура келеді. Егер РРЖ-да тікелей және кері бағытта біруақытта байланыс орнату қарастырылған болса, онда қабылдағыштар мен таратқыштар саны екі еселенеді де, мұндай баған дуплекстік деп аталады.

Станциялар мен РРЖ-да бірнеше радиоқұрылғылардың бір уақыттағы жұмысы толығымен алғанда тек қана олардың арасындағы өзара әсер етушілікті жойғанда мүмкін болады.

1.4 Қолданылатын жиіліктік жүйелер

РРЖ бойынша екі жақтық байланыс үшін (дуплекстік режим) шектік жағдайда тек қана екі жұмыстық жиілікті f1 мен f2 –ні пайдалануға болатынын зерттеулер көрсетті. Осындай екі жиіліктік жоспары бар РРЖ мысалы шартты түрде 1.6 а суретте бейнеленген.



1.6 Сурет – РРЖ-ғы жиіліктердің үлестірілуі сұлбасы

Тіке және кері бағыттарда сигналдарды тарату кезінде 2-жиіліктік және 4-жиіліктік жүйелер қолданылады. 2-жиіліктік жүйе радиорелейлік байланысты ұйымдастыру үшін айқындалған жиілік жолағын қолдануда өте тиімді, бірақ жанама және кері бағытта сигналдарды кабылдаудан және таратудан қорғайтын қасиеттері бар антеннаны қолдануды талап етіледі. 10 ГГц-тен жоғары жиілік аралығында қажетті көрсеткіштерге қол жеткізуге болатын қосымша экрандары бар параболикалық антенналар кеңінен пайдаланылады. Радиожолда жұмыстық жиіліктер саны аз болса, әртүрлі қабылдағыштарға арналған, жиіліктері ұқсас сигналдардың бір-біріне өзара әсер етуін болдырмау соғұрлым қиын болады. РРЖ-да осыған ұқсас жағдайлардан құтылу үшін бүйірлік және артқы жолақтарының мүмкіндігінше кішкене деңгейлері болатын үшкір бағытталу диаграммалы антенналарды қолдануға тырысады. Көрсетілген шараларды қолдану, егер байланыс сантиметрлік диапазонда іске асырылса қиындықтар тудырмайды. Бірақ әлдеқайда кішірек жиіліктерде жұмыс істейтін нақты антенналық құрылғылардың кішкене бағытталу әрекеттігі бар. Бұл жағдайда байланыстың тікелей және кері бағыттары үшін әртүрлі жиіліктер қосақтарын f1, f2 және f3 пен f4 (төрт жиіліктік жоспар) пайдаланады (қараңыз 1.6 б-сурет), сөйтіп байланысқа қажетті жиіліктер жолағы екі есе ұлғаяды.

4-жиіліктік жүйе қарапайым және арзан тұратын антенналарды қолданады және өзара бөгеуілдерден байланыс желісінің қорғанысын күшейтеді. Бірақ өте сирек қолданылады.

4-жиіліктік жүйені өте күрделі электрмагниттық жағдайда байланыс желісін ұйымдастыру үшін ұсынуға болады.

Радиорелейлік жүйенің экономикалық тиімділігі мен өткізу қабілетін арттыру үшін оларды көп сабақты етеді. Әрбір стансада бірнеше қабылдап-таратқыштар жалпы антенналық-фидерлік құрылғы арқылы әртүрлі жиілікпен жұмыс істейді.

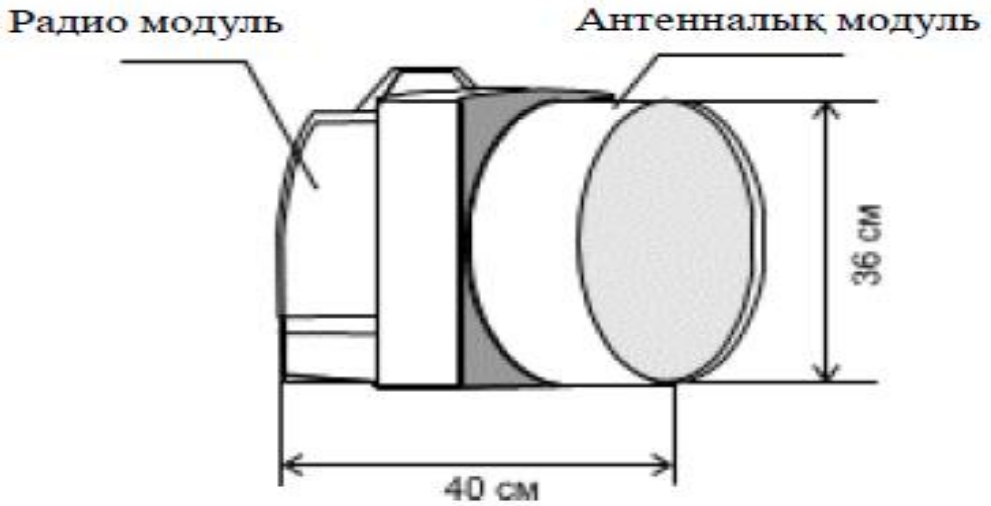
Радиорелейлік байланыс үшін негізінен сантиметрлік толқындар пайдаланылады, сондықтан екі жиіліктік жоспар көп тараған.

Ақпараттық радиожелілердің кең дамуы берілген толқын аралықтарында жұмыс жиілігін қолдануды қатаң түрде бекітуге мәжбүрлеп отыр. Соңғы жылдарды жиіліктік спектрдің пайдалану тиімділігі едәуір екілік поляризациясын қолдану арқылы жаңа жиіліктік жоспарлар даярланады.

1.5 Тікелей көріністегі радиорелейлік жол аппаратурасы

Ақпараттық радиожелілердің кең дамуы берілген толқын аралықтарында жұмыс жиілігін қолдануды қатаң түрде бекітуге мәжбүрлеп отыр. Соңғы жылдарды жиіліктік спектрдің пайдалану тиімділігінің едәуір екілік поляризациясын қолдану арқылы жаңа жиіліктік жоспарлар даярланды.

Радиорелейлік жүйенің қазіргі аппаратурасының 10 ГГц-тен жоғары жиілік аралығы үшін төмен жиілікті аппаратурамен салыстырғанда құрылмалық орындауда белгілі ерекшелігі бар 10 ГГц дейінгі жиілік аралығында қабылдап-таратқыш аппаратура аппараттық үй-жайда орналасқан ауыр тіреу түрінде орындалады. Антеннамен байланыс едәуір ұзындығы бар және шығындар тудыратын фидерлік толқындармен жүзеге асу аралығында өту аппаратураның құрылмалық орындалуына айтарлықтай өзгеріс енгізді. 10 ГГц-тен жоғары аралықта жұмыс істейтін аппаратураның кішкене габариттері бар және антеннамен бірблокқа бірлескен антенналық тіректің ең жоғарғы нүктесінде орналасады.



1.8 Сурет – MINI-LINK цифрлық аппаратурасының қабылдап-таратушы блогының құрылымы

1.8 суретте 23-38 ГГц жиілік аралығы үшін MINI-LINK цифрлық аппаратурасының қабылдап-таратушы блогының құрылымдық орындалу мысалы көрсетілген. Мұндағы параболалық антеннаның диаметрі 30 см және ол қабылдап-таратушы блокпен тікелей толқындарсыз жалғанады.

Қабылдап-таратушы блокты антенналық блоктан ауыстыру, баптау, өңдеу үшін оңай ажыратып алуға болады. Бұл жағдайда блоктың салмағы 11-12 кг құрайды. Аппаратура диаметрі үлкен (0.6 және 1.2 м) антенналарды

қолдануға рұқсат береді. Диаметрі 0.6 м антеннаны қолданған кездегі оның конструктивтік орындалуы 1.4 суретте көрсетілгендей. Диаметрі 1.2 м-ге тең антенна қабылдап-таратқышпен қысқа иілгіш толқынжол арқылы жалғанады.

1.9 суретте аппаратура модульдерінің антенналық мұнарада орналасуы бейнеленген.

1.9 Сурет – Аппаратураның модульдерінің антенналық мұнарада орналасуы

8 ГГц-тен жоғары жиілік аралығында қолданылатын аз ғана габариттері және салмағы бар ықшам аппаратура үшбұрышты қиынды түрінде немесе құбырлы құрылма түрінде матчты қолданады. Қабылдап-таратқыш блоктар үй-жайда орналасқан модемдік жабдықпен коаксиал кабелі арқылы жалғанады. Қазіргі модемдік жабдықтар – ол орталық немесе жергілікті компьютерді басқаруды қадағалайтын, жеңіл тасымалданатын жиын. Модемдік жабдық 10-нан 100 Мбит/с дейінгі жылдамдықта цифрлық ағындарды қалыптастырады, өңдейді, ағындарды мультиплекстеуді жүзеге асырады, кез келген пішін үйлесіндегі (конфигурация) байланыс желілерін

Ұйымдастыру режимінде қызмет көрсетеді. Мысалға, 1.5 суретте жергілікті компьютерлік желілер арасындағы байланыс жүйесін ұйымдастыру сұлбасы келтірілген. Осындай сұлбаны қозғалыс байланысының базалық станциялары арасындағы байланыс үшін де келтіруге болады.

Соңғы кездері микротолқындық көп арналық ақпаратты тарату жүйелері даму үстінде. Бұндай жүйелі жеке немесе ұйым абоненттері үшін теледидарлық бағдарламаның немесе компьютерлік ақпараттың таралуын ұйымдастыруға мүмкіндік береді. MNDS жүйесі 2.7 ГГц жиілік аралығында жұмыс істейтін, антеннасы бар базалық станса желісін білдереді. Көптеген қабылдағыш абоненттік құрылғылар 25-35 дБ күшейту коэффициенті бар бағытталған антенналармен базалық стансада тікелей көрінетін аймақта орналасады. Базалық стансалармен арасында ақпарат алмасу әртүрлі байланыс жүйелерінің, соның ішінде РРЛ, көмегімен жүзеге асырылады.

1.5 РРЛ трассасын таңдауда қойылатын талаптар

Сымсыз жіберу әдістері үлкен аумақты қысқа мерзімде қамтуы мүмкін.Олар жаһандық аумақтық желілерде тез ұйымдастырыла алады.Дегенмен, олардың өткізу қабілеті мен жылдамдығы ТОБЖ-ға қарағанда төмен. Дегенмен, іске асыру шығындары,икемділігі мен жылдамдығы бұл жүйенің талшықты оптика бойынша дамуына мүмкіндік береді. Әрбір осы жүйелердің артықшылықтары және кемшіліктері бар.

Елді мекендерді олардың даму болашағын ескере отырып байланыспен қамтамасыз ету,. Қабылданатын сигналды жоғары және тұрақты деңгейі бойынша және уақыт бойынша қамтамасыз ету . Сенімділігі мен байланыс сапасы қажет нормаларды қанағаттандыруы тиіс.

Радиорелелік станциялар интерференциялық тынуларды болдырмау үшін ирек формада орналасады.

Электрмен жабдықтау, кірме жолдар, байланысты іске асыру мүмкіндігін өнімдерінің қажет қолайлы жағдайын қамтамасыз ету қажет.

Радиорелелік станциялар мүмкіндігінше антеннаның ілу биіктігін төмендету үшін табиғи төбелерде орналасады . Радиорелелік станциялар мүмкіндігінше аэродромдардан алшақ жерде орналасады. Құнарлы егістік жерлерді пайдалануға тыйым салынады.

РРЖ типі трассасының ұзындығына, сондай-ақ сандық сигналды жіберу жылдамдығына сүйене отырып анықталады. Жобаланатын трассаның ұзындығы 100 км құрайды, ал тарату жылдамдығы 2,048 Мбит/с. Демек, бұл желі жергілікті байланыс желісінің жолағы болып табылады.

1.6 Радиорелелік желілердің интервал классификациясы

РРЖ интервалы үш топқа бөлінеді: жарқырауының нақты шамасын H ('g) ең жоғары нүктедегі профиль және шамасына байланысты, критикалық жарқырауы H0:

- ашық егер H(g) >Ho;
- жартылай ашық,егер O<H(g) <HO;
-жабық , егер H (g) <O.

Осылайша, H0 жарқырауы , ашық және жабық аралықтары бар жарқырауды шектейді. Интервал түріне байланысты радиотолқындардың өшуінің пайдаланылады әр түрлі бағалау әдістері қолданылады. Басқа сөздермен айтқанда, әр түрлі үлгідегі интервалдың көбейткіш әлсіреуі есептеледі. Ашық аралықтарда онда мәні мейлінше зор, H_g жеткілікті мол, есеп айырысу кезінде көбейткіштің әлсіреуі интерференциалық ,интерференцияны тікелей және көрсетілген жер толқындардан ажырататын формуласын пайдаланылады.

Жартылай интервалға арналған H (g) жарқырауы мәнін қолдану интерференциалық формулалар мен көбейткіш әлсіреуі бойынша есептелетін дифракцины есептеу үшін жеткіліксіз. Жабық аралықтарда сипатталатын көбінесе «теріс жарқырау» яғни кедергі аралығында бейінді трассасының

интервалын кесіп тікелей көруі, сондай-ақ дифракциалық формулалармен көбейткіш әлсіреуі есептеледі.

Сантиметрлік және дециметрлік жиіліктер диапазонында жұмыс істейтін РРЖ үшін трассаның ашық болуы H(g) >H0, болмаған жағдайда жартылай ашық болуы 0<H(g) <H0.Бұл диапазондарда жабық трассадан неғұрлым алшақтау қажет. Бұл жағдайда басқа жолын таңдау қажет,атап айтқанда, бір немесе тіпті екі радиорелелік станциялардың орнын өзгерту керек.Метрлік диапазондағы үшін жұмыс істейтін толқындардың ұзындық интервалдары, 50 км аз болатын радиорелелік желілер үшін, тікелей геометриялық көріну жіберу және қабылдау антенналары арасындағы радиорелелік станциялар үшін міндетті болып табылмайды. Осы станциялар арасындағы байланыс жабық трассаларда жеткілікті тұрақты болады және, егер жергілікті заттар 50-60 м биітікте жоғарыдағы желілерлің тікелей көру шамасынан артық емесболса . Сондықтан, радиорелелік жүйелерді пайдалану, метрлік диапазонында жұмыс істейтін толқын ұзындықтары мен арасындағы аралық аялдамалары 50 км дейін алдын ала іріктеу тректер жердегі профиль құрылысымен ретрансляциялауға әрбір интервал қажет болмайды. Алайда, егер көрші станциялар арасындағы ұзындығы 50 км аралығын орнықты қосу көрші станциялардың антенналарының арасындағы геометриялық тікелей көрінуінің қатысуымен ғана жүзеге асырылады. Кейде РРЖ жарқырауының аралықтары есептеу кезінде екі түрі қабатының болуына байланысты: бірінші түр интервалы, онда көріністегі радиотолқындардың орналасуын елемеуге болады, және екінші түрдегі интервалда, онда жердің көрінісі маңызды рөл атқарады.

1.8 Жұмыс жиілігін таңдау туралы ұсыныстар

Қазақстанда екі көлік коммуникациялық технологиялары ең кең тараған. микротолқынды радиорелелік, соның ішінде сымсыз әдістерін, негізінде осы талшықты-оптикалық байланыс желісі, қысқартылған талшықты-оптикалық және беру жүйесі. ТОБЖ өте жоғары әлеуеті мен өнімділігі бар. Олардың негізгі кемшілігі - уақыт жұмсауды іздестіру жұмыстары қажеттілігі және жүзеге асыру .Өйткені негізінен байланыстың халықаралық және қалааралық магистралды желілерінде пайдаланылады. Біз РРЖ үшін пайдаланылады ауқымдарды қарастырудамыз.

Қазіргі уақытта 2 ГГц жолағынан бастап микротолқынды радио мақсатында операциялық жиіліктер өте кең ауқымды игерді.

2 ГГц диапазоны (1.7-2.1 ГГц)

Бұл ауқымы (50-80 км-ге дейін), жеткілікті кеңейтілген аралығының кезінде спрэд сигналдарды мүмкіндігі сипатталады. Радио таралу тұрақтылығы атмосфералық сыну кезінде аралықтар РРЖ бойынша кедергілерді экрандау әсері қатты тәуелді. Күшейтуі антенна байланыс жүйесін үлкен сомасы параболалық антенна үлкен емес 35-38 дБ антенна диаметрі 5 м тиімділігін азайту мақсатыда бар.Бұл жиілік диапазоны айтарлықтай, азаяды. Және де басқа радио кедергілеріне байланысты болады.

4 ГГц диапазоны (3.4-3.9 ГГц)

Ең меңгерген және РРЖ жиілік диапазоны жүктелген. осы диапазонда, көптеген жұмыс магистральдық байланыс жүйесі бар. Ол жақсы сапалы көрсеткіштерімен өте ұзақ (40-55 км) ұзақтық алуға қабілеті сипатталады. (Шамамен 40 дБ күшейту) жоғары пайда антенна, сондықтан айтарлықтай мөлшері мен салмағы өте қымбат антенна тіректерін талап етеді.

Әуе сынықтар және тікелей қатысуын және бұл жұмысты қолдау бірнеше радиотолқындар және электромагниттік үйлесімділік кешенінің ықпалын жетекші сигналдарды қорғауға арналған негізгі кедергілерді бойымен сигнал тарату.

6 ГГц жолағы (5,6-6,2 ГГц). Танымал соңғы онжылдықта жиілік диапазоны. үлкен көлемдегі ақпараттарды беруге жеткілікті тиімді радиорелейлі жүйелер алуға мүмкіндік береді. 40-45 км орташа аралығының ұзындығы. Антенна мөлшері (мысалы, 43 дБ күшейту антенна 3,5 м диаметрі) тым үлкен емес.

Сигнал тарату жарықтар бойымен атмосфералық ауаны кедергілерді қорғау, сондай-ақ тікелей және шағылысқан толқындар қатысуы туралы айтарлықтай әсер көрсетеді.

7 ГГц жолағы (7.25-7.55 ГГц).7 ГГц жолағы, қазіргі уақытта өте жақсы игерілді. Ол (- сандық аналогтық жүйелер мен 55 Мбит / с үшін қалааралық жылы 300-700 STA арналар тәртібі туралы) орта қуаты микротолқынды жүйелерін үлкен саны жұмыс істейді. STM-1 ағымдар беру үшін арналған үлкен сыйымдылығы мен жабдықтар бар. осы диапазонда, сигнал (және т.б. жаңбыр, қар, тұман,) таралуын ықпал ету бастау үшін,бағыты жабылуына немесе толқындардың араласуынан жетекші .

Сонымен қатар, әсері атмосфералық рефракция. РРЖ ұшуының орташа ұзындығы 30-40 км. 2,5 м - антенналар шамамен 1,5 диаметрі жоғары пайданы бар. Қазақстан, электромагниттік қоршаған ортаны қауіпсіз салыстырмалы саны аз бұл базаны пайдалану. Дегенмен, бұл кедергілер болуы көрші сымсыз сілтемелерден жиілік диапазонында жұмыс істейді деп берілген.

8 ГГц ауқымы (7,9-8,4 ГГц). 8 ГГц қазір-ақ жеткілікті меңгерген. Ол (- сандық аналогтық жүйелер мен 55 Мбит / с үшін қалааралық жылы 300-700 STA арналар тәртібі туралы) орта қуаты микротолқынды жүйелерін үлкен саны жұмыс істейді. STM-1 ағымдар беру үшін арналған үлкен сыйымдылығы мен жабдықтар бар.

Осы диапазонда, сигнал (және т.б. жаңбыр, қар, тұман,) таралуын ықпал ете бастау үшін. бағыты жабылуына немесе толқындардың араласуынан жетекші орын алады. Сонымен қатар, әсері атмосфералық рефракция.

30-40 км РРЖ аралығының орташа ұзындығы. салыстырмалы төмен, және радио саны 2.5 м , және электромагниттік қауіпсіздік шарттары - жоғары табыс. Антенналар диаметрі шамамен 1,5м. Дегенмен, бұл кедергілер болуы көрші сымсыз сілтемелерден жиілік диапазонында жұмыс істейді деп берілген. Қазіргі уақытта, ауқымы аймақтық байланыс желілерін ұйымдастыру және негізгі жүйелерінің түрлі салалары үшін пайдаланылады.

Отандық және шетелдік компаниялардың жабдықтарын өндіруді игерді және орта және жоғары сыйымдылығы ақ нарықтық аналогты және сандық жүйелерді кең ауқымын ұсынуды қойды.

11 және 13 ГГц-ден (10.7-11.7, 12,7-13,2 ГГц) дипазоны

Бұл ауқымдары радиорелелік жүйелерінің тиімділігі тұрғысынан перспективті. 15-30 км аралығының ұзындығы, өнімділігі жоғары антенналар салыстырмалы антенна тіреуіштері қамтамасыз шағын мөлшері мен салмағы кездеінде.жүйесінің тұрақтылығы мәселелері бойынша атмосфералық рефракция әсерлерін үлесі төмендейді, бірақ гидрометеор әсерін арттырады.

155 Мбит / с дейін жылдамдықпен сандық қозғалысының мысалдары бар, бірақ осы диапазонда, негізінен, 55 Мбит / с дейінгі жылдамдықпен сандық микротолқынды байланыс жүйесі жұмыс істейді.

Әдетте, моноблоктары бар жабдықтар , атап айтқанжа енгізілген антенна, түрінде салынған және антенна қолдау радиотаратқыш жоғарғы бөлігінде орналасқан. Алайда, үлкен ґрадиограмманы пайдалану қиын. Осы диапазонда жұмыс істейтін спутниктік байланыс жүйелері, радарлар, бағыт және қауіпсіздік жүйесі электромагниттік қоршаған ортада қолайсыздығы жұмысты әдетте қиындатады.

15 және 18 ГГц-ден (14,5-15,35, 17.7-19.7 ГГц) диапазоны

Байланыс жүйелерін қарқынды дамуы осы жиіліктер белдеулерін қарқынды дамуына алып келді. Қоңыржай климат аудандар үшін орташа ұзындығы 20 км-ге дейін ұшады. жабдық моноблок ретінде есептелген. Типтік параболалық антенна 38-46 дБ пайдаланады, және 0,6, 1,2 немесе 1,8 м диаметрі болады.

Қазақстанның бірқатар аймақтарындағы 15 ГГц диапазон радиоқұрылғылармен бөлінген.18 ГГц диапазон әзірге бос.Тікелей және көрсетілген толқындардың интерференциясы мен гидрометеорлары сигналдардын таралуына үлкен ықпалын тигізеді. Жаңбырда әлсіреуі 1-20 ДБ/ км құрауы мүмкін (жаңбыр қарқындылығы кезінде 20-160 мм/ сағ). Кейбір әсерді атмосфераның өзі де тигізуі мүмкін (оттегі атомдарымен су молекулалары) мұндай кезде әлсіреу 0,1 дБ/км жетеді

23 ГГц диапазоны(21,2- 23,6 ГГц). ХЭБ-Р ұсынымдарына сәйкес, бұл диапазонда сыйымдылығы әр түрлі аналогты және сандық байланыс жүйесін салуға рұқсат етілген. Орташа ұзындық аралығы 20 км-ден төмен,өйткені сигналдардын таралуына атмосферадағы әлсіреумен гидрометеофакторлар қатты ықпал етеді.

Радиотолқындардың әр түрлі поляризациясын пайдалануға рұқсат етілген, дегенменде, радиотолқындардын тікелей поляризациясын пайдаланған жөн.

Типтік параболлалық антенналардың диаметрі 0,3,0,6 және 1,2м болатын, жаңбырдағы әлсіреуі 2-ден 18 дБ/км-ге дейін болуы мүмкін, ал атмосферада 0.2 дБ/км ге дейін жетеді. Бұл диапазонды спутникалық байланыс жүйесінде қолдануға рұқсат етілген. Сондықтан есептеу кезінде кедергі мүмкіндігін ескеру кажет.

27 ГГц диапазоны (25,25-27,5 ГГц). 27 ГГц диапазоны тіркелген радиоқызмет жүйесін салу үшін арналған.

Диапазон сигналдың атмосферада аз өшуімен сипатталады(0,1 дБ/км аз).Ұшу аралығының орташа ұзындығы 12 км.Жаңбырда әлсіреуі 3-24 дБ/км.Антеннаның диаметрі 0,3, 0,6 м болып келеді.

38 ГГц диапазоны (37-39,5 ,38,6-40 ГГц). МСЭ-Р ұсынымдарына сәйкес, бұл диапазонында жүйесінде аналогтық және цифрлық байланыстың кез-келген көлемде құрылуы рұқсат етілген. Ұшу ұзындығы аз 8 км. Егер байланыс желісінің көрсеткіші локальді желінің жергілікті сапасына сәйкес келсе , ұзындық аралығын 15 км-ге дейін жеткізуге болады. Аппаратура өзімен бірге антеннасының диаметрі 0.3 м болатын моноблокты ұсынады.Тек тік поляризация қолданылады, өйткені, бұл жүйенің жауын шашын кезінде тұрақтылығына жақсы ықпалын тигізеді. Атмосферада әлсіреуі шамамен 0,12 дБ/км, ал гидрометеорада 5-тен 32 дБ/км дейін (толассыз жауған жауыннан қарқындылығы 20-дан 160 мм/сағ).

55 ГГц диапазоны (54,25-57,2 ГГц) .

Антенналардың диаметрі 15 см кезінде ұшу ұзындығы бірнеше шақырымды құрайды. Сигналдың әлсіреуі атмосферада 5 дБ/км дейін, ал жауын-шашын уақытында - 7-ден 40 дБ/км дейін.

58 ГГц диапазоны (57,2-58.2 ГГц).

Осы диапазонда рұқсат етілген салу жүйесінің аналогтық және цифрлық байланыстың кез-келген ыдыстар, сонымен қатар жоқ.Диапазоны құру үшін қолдануға болады РРЖ аралығының қашықтығы 1-2 км пайдалана отырып, антеннаның диаметрі 15 см кем. Әлсіреуі сигнал атмосферада дейін 12 дБ/км, ал жауын шашынды 9-дан 45 дБ/км дейін.Жауын шашынның әсері байланыстың тұрақсыздығына әсерін етеді.

1.9 Жабдықтардың орналасу ережесі

Радиорелелік жүйе арқылы жабдықтарды төменгі қағидаларға сәйкес орналастырады:

Антенналар пилонда орналасады,және жабдықтарды толқын жолы арқылы қосады.Герметикалық антенна-толқынжолдық арна (АВТ) дегидратор орнату арқылы қамтамасыз етіледі.

Толқын жолындағы артық қысымды қамтамасыз ететін құрылғылар.Қондырғы қажетті,қолайлы жердегі микроклимат ауданында орналасқан. Берілетін жоғары жиілікті қабылдау (ВЧ) антенна жанындағы жабдықта орналасқан,және де қалған жабдықтар қабылдаудын астында орналасқан. Модулятор және жоғары жиілікті арналар арасындағы байланыс коаксиальды кабель арқылы жүзеге асырылады.Сондай-ақ бұл кабель таратқыштар мен алушыларға қуатын жеткізеді.Қосымша жабдық сондай-ақ қабылдағыш антеннаның жанындағы пилонда орналасады.

Энергия жабдықтау жүйесі- күн энергетика,ғарыш және де басқа да көздерден болмаған жабдықтар арқылы бірнеше ЦРРС санат көздерін

байланыстырады.Барлық жабдықтар жүйесі қуат көзі қарастырылған дүкен болып,пайдаланушылар бөлімге бөлінеді. Сондай-ақ қондырғыларды орналастыру үрдісі де бар. Бұрында жабдықтар ЦРРС санат көзі арқылы жерде орналасқан,ал қазіргі минятюризация бойымен антенна жанына орналастыруға болатын жабдықтардың элементтері көптеп өндірілуде. РРЛ өндірушілері жердегі және антенна жанындағы жабдықтарды қамтамсыз етуге ұмтылады,ал қолданушылар оны орнату әдісін өзі таңдап алады.Ал РРЛ жергілікті жағдайлармен,қолданушының қажеттілігін ескере отырып,тыңдайды.Антенна жанындағы жабдықтың орналасуының өзінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Артықшылықтары.

Толқын жолындағы арналар басылмайды,ал жоғары жиілік өте көп мөлшерде өседі. Мысалы,стандартты толқын жолда өшуі Е65-0,06 дБ/м,жиілігі 7 ГГЦ болатын бренді , толқын жолындағы 100 м ұзындықты қабылдау 6дБ өшуімен жүзеге асады.Жоғары жиілікте сигнал өшуі көп болады.Ал сигналдың әлсіреуі үшін өтемақы жүйесінің құнын айтарлықтай арттырады,ол таратқыш және қабылдағыш диаметрі үлкен антенналар қуатын ұлғайту және алынған сигнал деңгейін арттыру үшін қолдануды талап етеді.

Коаксиальді кабельдің бағасы талшықты оптика кабелінен қарағанда әлде қайда төмен.Толқын жолындағы арнаның герметикалық қолдау проблемасын жояды.

Алайда бұның да кемшіліктері бар.Пилондағы СВЧ жабдығын орнату барысында , оның конфигурациясына, техникалық қызмет көрсетуінде жиі қиындықтар болып тұрады. Ол үшін 26 байланыс негізгі желілерін білу қажет. Оның маңызды шарты – магистралды байланыс желісін тасымалдағанда бүлінуді жоюды баяулатады. Қондырғы ішкі температурасы жазда жоғары , ал қыста қатты суықта жоғары дипазонда жұмыс істеуі шарт.Радиожиілікті блок күннің энергиясын алатындай ашық кеңістіке орналасуы керек.

Радиожиілік блогында ЖЖ жабдықтарды істен шығуын,ақаулыққа жол бермес үшін найзағайдан қорғау үшін қосымша шаралар қолдану қажет.Бір антеннаны пайдалан отырып жиілік блоктарының санын көбейту мүмкін емес.

Антенна жанындағы қондырғылардың радиорелелік жобалау барысындағы ірі кемшіліктер мына төмендегі факторларға байланысты болады:

Көп компаниялар -50 төтенше қосалқы нөлдік температурада, жабдықтардың қолайлы жұмыс істеуіне кепілдік бере алмайды.Сондықтан қондырғы мерзімінен бұрын бұзылған жағдайда, жөндеу жұмыстары қиындай түседі.Жабдықты қолайлы,керекті жағдайларда пайдалану-оның жұмыс істеу мерзімін ұзартуға,арттыруға мүмкіндік береді.

1.10 Өндіруші фирмасын салыстыра таңдау

Қолданушы радиорелелік жабдықты таңдау барысында,төмендегі басты факторларды ескерген жөн:

-жетекші байланыс операторлары туралы оң пікірлер;

-Қолайсыз ауа райы жағдайында пайдалану,жұмыс істеу тәжірибесі;
-Сервистік орталықтардың болуы;
-Алдағы 10 жылдықтағы жабдықтың өндіріс болашағы;
-Экономикалық тұрғыдағы басты енгізу;
-Құндық сипаттамалары.

Отандық өндірушілер талдап көрсеткендей,жабдықтың пайдалану мүмкіндігі-отандық жабдықтың өндірушісінің өсу санына таралмастан,ЦРРС деңгейіндегі STM-1(“MLINK”,”Жалын”,”NATEX SDH”) , алдағы екі критерийге сәйкес келмейді,бұдан басқа нарықтың үлкен бөлігін телекоммуникация,соның ішінде тәуелсіз өндірістік тараптарды және жабдықтарды бағдарламалық қамтамасыз ету жөнінен сапалы өнімдерді өндіретін шетелдік компаниялар алдыңғы нұсқаға қарағанда өте аз. Кез келген уақытта пайдалану оның басты бағыты болып саналады.Ішкі аймақты пайдалану үшін ЦРРЖ және салыстырмалы желілерді осындай қызығушылықтарды:ЦРРС PASOLINK(+NEC),TRuepoint(harris),Inerlink және Citylink(Nera) ұсынады.Канал шығаратын аппаратураның өткізу қабілеті 155 Мбит/с құрайды.Синхронды цифрлық иерархия деңгейі STM-1,ал 4 ағын ұлғайту мүмкіндігмен 155,52 Мбит/с дейін барады.

Кірістірілген мультиплексордың болуы көлік инфрақұрылым шығындарының біріңғай жүйесін азайтуға мүмкіндік береді.Бұдан басқа,жабдық радиомодульдердің төменде де , жоғарыда да орналасуға мүмкіндік береді.Дисперсиялы бұрмалаулар салдарынан туындайтын толқын жолындағы бөліктерге жоғары тиімді корректорлар пайдаланылады

1.1 Кесте – Радиорелейлік қондырғылардың салыстырмалы анализі.

Параметр	МИКРАН МИК РЛЗ 15с	Nera Interlink	NecDMR 3000S	NecPasolink +
Жиілік диапазоны	3-15	3-11	4-11	6-38
Өткізу қабілеті	STM-1мен STM-16 аралығы	STM-1мен STM-16	STM-1мен STM-16	STM-1(ОС)
Канал қашықтығы	28-56	30-40	28-56	30-40
Модуляция түрі	16 QAM, 64 QAM, 128 QAM	64 QAM, 128 QAM	64 QAM, 128 QAM	32 QAM, 128 QAM
Таратқыштың тарату қуаты,дБм	21-27	26-29	30-33	10.5-25
Қабылдағыштың шегі,дБм	-(65-76)	-(68-72)	-(67-77)	-(67-68)
Резервтеу жүйесі	1+0; 1+1;2+0;2+1	1+1ден 7+1 дейін	11+1-дейін	1+0;1+1;2+0
Қызметтік байланыс	2х64кбит/с	3х64кбит/с	4х64кбит/с	2х64кбит/с
Желіні басқару	ПО«Магистраль»	Nera NMS/LCT	MS3201	PNMS/PNMT
Жабдықтың орналасуы	Жоғарыда	Жоғарыда және төменде	Жоғарыда төменде	Жоғарыда төменде

.

1.11 Қондырғының сипаттамасы

«Микран» фирмасының радиорелейлік құрылғысын сипаттау(2.1 сурет)

1.10 Сурет – Микран құрылғысы

Сандық радиорелейлік станция құрылғысы SDH иеарархияда жұмыс жасайтын «Мик-28 РПххС» аппаратурасы жылдамдығы 3-40ГГц-қа дейінгі диапазонда ақпарат берумен жұмыс жасайды және 1 ағынды STM-1 немесе 63 ағынды Е1,42 ағынды Е1+Ethernet(50Мбит/с) трафигі, 21 ағынды Е1+Ethernet(100Мбит/с) ағындарды өткізу жолағы арқылы жіберуге мүмкіндік береді.

Жоғары жылдамдықты «Мик-РЛ4...6С» ЦРРС жабдығы жиілік диапазоны 3;5 және 6 ГГц жолағында арқылы магистральды байланыс желісін ұйымдастыруға арналған.

Жоғары жылдамдықты «Мик-РЛ 7...15С» 7-15 ГГЦ жиілік диапазонында ішкі зоналық,жергілікті және технологиялық байланыс желілілерін ұйымдастыру үшін арналған.

Жоғары жылдамдықты «Мик-РЛ 18...40С» 18-40 ГГц жиілік диапазонында жергілікті және технологиялық байланыс желілерін ұйымдастыру үшін арналған.

«Мик-РЛ4...40» станциясы қисынсыз топологиядағы синхронды байланыс желісін құруға мүміндік бертін,өзімен бірге ұйымдасқан аяқталған функционалды тарату жүйесін ұсынады.

РРС құрамына мыналар кіреді:қабылдау-тарату аппаратурасы,STM-1 деңгейіндегі мультиплексорлар,кепілді электрқоректендіргіш көзі,байланыс желісін басқаратын жүйе кіреді.

MIC-PA дәстүрлі жүйе бөліну конфигурациясы 1+0,1+1,2+0 бөлінуі орындалады.1+1 станциясы және конфигурация екі алшақтанған қабылдау-таратуды орындайды, және кеңістікті антеннадан және жабдықтан каналға МД-1-6 модуліне тікелей бағыттайды.Қабылдау-таратқыштың төменгі позициясы орнатудың бұл жүйесінде 2+1 3+0,3+1 екі МД-1-6 модуль рұқсатын орындайды.

Апаратты орнату ерекшеліктері.

МД-1-6 жетімді модуль архитектурасы қарапайым қосылуы бар қажетті блокты қосуды жүзеге асыра алатын станциялардың келесі түрлерін ұсынады:

-63хЕ1 терминалды станциясы, бір бағыттағы СВЧ,1+0 және 1+1 конфигурациялы;

-21хE1 және 42хE1 енгізу/шығару станциясы,екі бағытты СВЧ,1+0 және 1+1 конфигурациялы;

-E1 ағындарды бөлмейтін регинераторлы станция, екі бағытты СВЧ,1+0 және 1+1 конфигурациялы;

-E1 ағындарды бөлмейтін регинераторлы станция,1+0 және 1+1 конфигурациялы,бір бағытты СВЧ және бір бағытты STM-1 бойынша(басқа өндірушілердің SDH мультиплексорлармен жұмыс істеу үшін).

МД1-6 модулі өз құрамына E1 ағындары арқылы Ethernet(nx21E1) трафигін жіберудің орнына, сандық ағындар мен сервистік каналдарды мультиплексірлейтін STM-1 мультиплексорын ұсынады. Модемдер аралық жиілігі бар радиосигналды спектрін қалыптастырады,және орнатылған аппараттық қолдау кеңістіктік тарату, талап етілетін ғана антенналарды орнату және кеңістіктік тарату қабылдағыштардың іске асыруы үшін керек.

МД1-6 модулінде әрбір блоктың басқа блоктардан тәуелсіз және сенімді қуатталыуы жүзеге асырылатын үлестірілген электрмен жабдықтау жүйесі қолданылады.МД1-6 модулі биіктігі 6U болатын, «Евромеханика 19» корпусында жасалған. Ол жүйеде деректерді бағдарламалық таңдамалық интерфейс түрі RS-232/432/485 (жіберу жылдамдығы 110-57600 бит/с) және екі сымды Тфоп-ға шыға алатын екі PCM-64 цифрлық байланысы бар қосымша каналдар қамтамасыз етілген. Байланыс каналдарын эффективті қолдану үшін әр станцияда каналдардың кіріктірілген коммутаторлары орнатылған.Әрбір аралық станцияда сервистік каналдың кіру/шығу мүмкіндігі бар .

1.12 РРС желісін бақылау және басқару

Басқару жүйесу жоғары деңгейдегі программалық жабдықтаудан және әр станцияда орналастырылған желілік агенттерден тұрады.Әр станцияда орналастырылған желілік агенттерде базадағы Pocket-Pc терминалы арқылы локальді басқару және орнатылған «Магистраль» ПО компьютері менеджердің көмегімен желілік басқару жүзеге асырылады.Басқару жүйесі SNMP хаттамасы негізіндегі TCP/IP (Ethernet 10Base-T) қосылуы арқылы радиорелейлік сызықтар желісімен өзара әрекеттеседі. Желілік агенттің ерекшелігі-станция құрамына кіретін барлық блоктарды жаңарту және сақтау «firmware» жүйесі бар желілік агенттің өзектілігі болып қазіргі уақыттың операциялық системасы (RTOS) болып табылады.

Аппаратурда РРС құрамына кіретін барлық құралдың өшірілген жұмыс параметрлерінің мүмкіндіктері жүзеге асырылған. Эксплутация кезінде керекті желіні қамтамасыз етуге қажетті оперативті қолдау көрсетіледі. Жаңартылған сипаттама – файл библиотекасы ПО-ның құралдан тәуелсіздігін қамтамасыз ететін құралдарды басқару түрлерін және мәліметтердің анализін өзгерту әдістерін ауыстыруға мүмкіндік береді. Басқару каналына салмақтың бірдей түсуі үшін бірнеше желілік басқару орталықтарын салу,керек болған жағдайда басқару резервациясы жүргізіледі.Қолданылатын қамтамасыз ету механизмі оператордың мүмкіндіктерін шектеу және кеңейту арқылы бірнеше

жүйе орнатуға мүмкіндік береді.Диспетчерлің және конвенционалдық желі ұйымына таңдалған құралды келесі себептермен түсіндіруге болады:

-Zetron пульты(2.1сурет) –өздерін жақсы ұсынады,Motorola фирмасының құралы газ құбырында көп қолданысқа ие.Сонымен қатар OMI;KENWOOD;ICOM құралдары да коммуникациялық технологияны қамтамасыз етуде жақсы қолданылады.Zetron көпфункционалды комплекстік диспетчерлік консулі ұялы телефондармен өзара әрекеті сонымен қатар әр түрлі типтегі радиожелінің коммутациясын және оперативті басқаруын қамтамасыз етеді.Zetron 4010 дыбыстық бақылаудың оригиналды жүйесі бір немесен бірнеше оперативті топта жұмыс жасайтын үлкен көлемді абоненттерді эффективті басқарады.Диспетчерлік орталықтарда қолданылатын басқару панелі әр түрлі сигнализациясы бар 12 каналды орнатуға мүмкіндің береді.Интерфейстің ауқымды таңдауы әр түрлі радиожүйені қайта мүмкіндік береді.Еркін программаланатын универсалды басқару кнопкасы кез келген команданы бір мезетте орындайды.

1.11 Сурет. Zetron 4010 диспетчерлік пульті

Zetron 4010 диспетчерлік консолінің үлкен ауқымды қосымша функциялары:

- қосымша 60 кнопкасы бар кеңейтілген панелі;
- оператор фунрнитураның немесе телефон түтігін қосуға арналған қосымша интефейс;
- микрофондар,гарнитурлар,басқару педалі т.б;
- радио абоненттің ANI кодының индикациясына арналған дисплейі;
- топтық хабарламалар «тыныштық» режимі,дабыл сигналын жіберу,ішкі желі;
- каналдарды ауысытыру,сыртқы телефондық каналды және радио; каналдарлы коммутациялау.

Диспетчерлік комплекс бір корпусқа жиналған және бір операторға арналған жұмыс орны болып табылады.Ол екі түрде шығарылады:

1) офис стиліндегі үстел үстіндегі модель(12 канал қосыла алады,оның ішінде 2 телефондық канал)

2) Zetron 4010 консолі айнымалы ток желісі арқылы қуаттана алады.

Консолдің ерекше функцияларының бірі-IBM компьютерімен жұмыс режимін программалау. Консолдің құрамына кіретін бұл ыңғайлы бағдарлама ағымдағы конфигурацияны оперативті өзгертуге,оны дискіге сақтауға,бірнеше секундта консольге бұранда дискіге сақталған конфигурацияны жүктеуге мүмкіндік береді.

RS-232-стандарты порт көмегімен компьютерге қосылуға арналған интерфейс.Диспетчерлік жүйе,оперативті басқару,қалалық және аудандық деңгей,осындай барлық жүйе агенттерге жұмыс жасауға көмектеседі.

Ұтымдық бақылау және ресурстарды басқару өте көп жұмысты қажет етеді.Ұсынылып отырған радиожелілік Zetron 4010 диспетчерлік консолі оперативті басқару,әр түрлі типтегі радиожелінің коммутациясы,ортақ қолданысқа ие телефон желісінің абонентімен жұмыс жасау,байланыс жүйесінің жағдайын тура бақылау және т.б қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Zetron 4010 диспетчерлің коплексінің негізгі міндеттері:

-бірге жұмыс жасаған жағдайда қызметтің,бөлімшесінің қызметін үйлестіру

-ІІД, басқарма, МЧС, жедел жәрдем,көлік компаниясы, коммуналды шаруашылық, жөндеу т.б жұмыстарын оперативті түрде басқару

-әр түрлі қызметке тиесілі әр түрлі жүйе және байланыс диапазонындағы радиоабоненттердің өзапа оперативті байланысын қамтамасыз ету.

-бүкіл жүйе орнатылған диспетчерлік пульттің көпфункционалдылығы диспетчердің келген байланыс түріне коммутация жүргізуіне мүмкіндік береді

-консоль телефондық желіге қосылады.Ол өз кезегінде кез-келген аудан немесе қаладағы мәліметтерді оперативті түрде алып отыруға мүмкіндік береді.

Қауіп-қатер мәліметтерін жақын аудандардағы тұрғындарға уақытылы хабарлап отыру мақсатында консоль қатты дыбысты аппаратқа қосыла алады. Тағы атап өтетін жайт,радиожүйе консолін қолдану басқару жүйесінің эффектифтілігін лезде жоғарлатады.

24 ұшуы бар Алматы-Астана аралығындағы РРЛ-ге жасалынған анализ бойынша Микран МИК-РЛЗ Б жабдығы таңдалды.

Байланыстың тұрақтылығын анықтайтын РРЛ параметрлерін есептеу кезінде құралдың техникалық құжатында көрсетілген (-65-76 дБм) қабылдағыштың сезімталдығын РРС қабылдағышының сигнал деңгейін салытыра отырып мән беру керек. РРЛ байланысын модельдеу кезіндегі ең басты мәселе барлық станциядағы қабылдағыштардың жоғарғы және тұрақты деңгейдегі жоғары жиілікті сигналдарды қамтамасыз ететін жерді

таңдап,радиорелейлік станцияларды орнату.Сонымен қатар модельденетін РРЛ байланысының сапасы және тұрақтылығы жоғарғы деңгейде болуы қажет. Жұмысты жобалаудың бастапқы кезеңінде топографиялық карта бойынша оптимальді трасса,аралық станцияның орналасу орны және саны таңдалынады.РРЛ байланысының картада немесе жерде орнласуы трасса деп аталады.

Трассаны таңдау-аралық және тораптық станциялардың орналасу жерін анықтау,сонымен бірге сызықтардың интервал санын есептеу.

РРЛ байланыс трассаларын модельдеу процессі келесі кезекпен жүргізіледі:

Ең алдымен карта бойынша радиорелейлік станцияларды орнату жері таңдалады және әрбір сызықтың интервалы жүргізіледі.

Әрі қарай есептеулер жүргізіледі,сигнал деңгейі,антеннаның ілінуінің оптимальді биіктігі және байланыстың тұрақтылығы мен сенімділігі есептелінеді.

2 Есептік бөлім

2.1 РРЛ станциясына оптимальді трасса және орнын таңдау

Белгілі бір ауданда РРЛ станцияларын орналастыру үшін орын оптималді трасса таңдаған кезде сол аудандағы бүкіл сызық интервалдарына тұрақты байланыспен қамту мүмкіндіктерін , болашақта салынатын РРЛ эксплутациясының ыңғайлығын және техника-экономикалық жағдайларды ескеру керек. Бұл талаптарды орындау үшін РРЛ станциялары ыңғайлы жерде орналастыруы қажет:жақсы подьездік жолдар;станция аппаратуралары тоқпен қуатталуы үшін электр энергиясы сымдарының жақын орналасуы;станцияның елдімекендерден алшақ орналасуы;елді мекендерді радио және телевизия байланыстарымен хабарлап отыру;сонымен қатар үш интервалдан кейін орналасқан станция қабылдағышының сигнал қабылдау мақсатында радиорелейлік трассалар керек түрде орналасуы керек.РРЛ станцияның құрылысына мүмкіндігінше бөлек жиік жерлер таңдау қажет.

Бірақ антенналар (мачта немесе мұнара) қатты биікте орналаспайды. Бұл өз кезегінде экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады.РРЛ станциясына орын таңдаған кезде РРЛ трассасында мүмкіндігінше радиотолқындардың таралуына қолайсыз шарттар орын алмау керек.

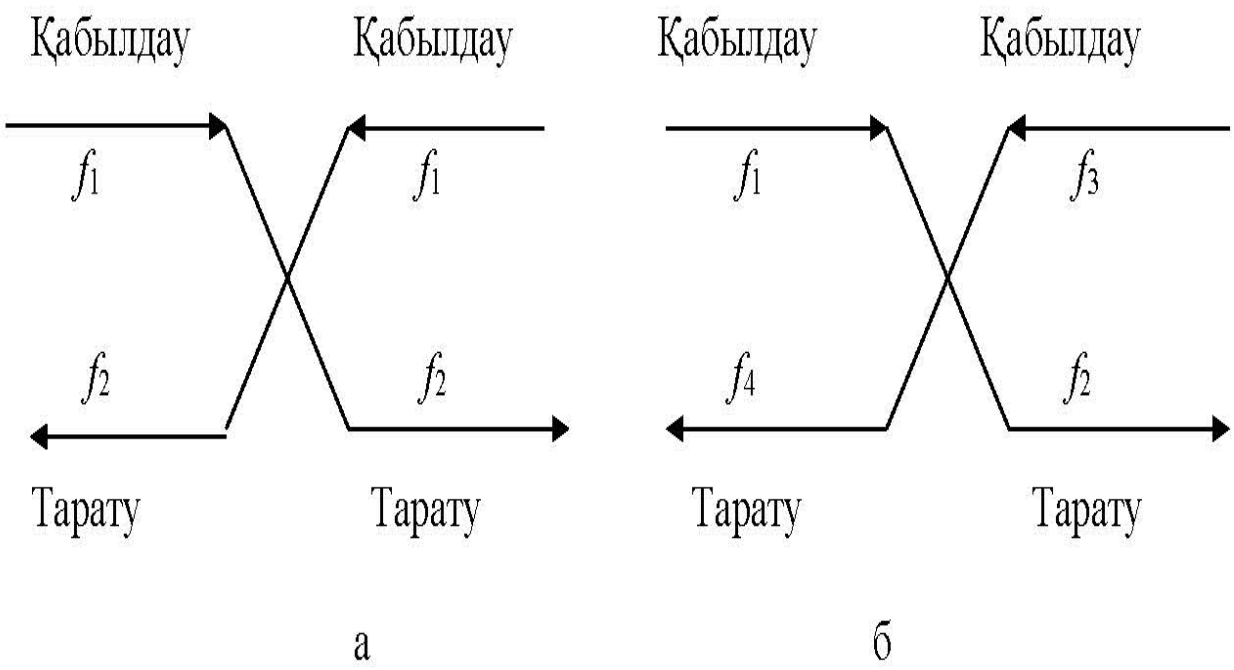
Станция биік ғимараттардан,таулардан,алыс орналасуы керек.Сонымен қатар,радиация әсерін төмендету үшін антенна станция маңында орнатылуы қажет,ол өз кезегінде таза шағылу нүктелерін береді. Ол нүктелерді қоса отырып,болашақтағы РРЛ станциясының байланыс сызығының трассасын картаға түсіруге болады.

2.2 Жиіліктің жоспары және интервалдағы поляризацияны таңдау

Тура және қарсы бағытта сигналдарды жіберу кезінде екі жиілікті және төрт жиілікті жүйе қолданылады. Екіншіжиілікті жүйе (1.2 а сурет) РРЛ байланысы ұтымына арналған жиілік жолақтарын пайдалануда тиімді,бірақ жақсы қорғаныс қасиеттері бар антеннамен қолдануды талап етеді.

10 ГГц жоғары жиілікті диапазонда қажетті көрсеткішке қол жеткізу үшін қосымша экрандары бар жақсартылған параболалық антенналар кең қолданылады.

Төртжиілікті жүйе(2.1 б сурет) қарапайым және арзан антенналармен қолданылады және байланыс сызықтарын ақаулардан жақсы сақтайды.Бірақ ол өте сирек қолданылады.



2.1 Сурет - Тіке және кері бағытты таратудың
а) екі жиіліктік жүйесі б) төрт жиіліктік жүйесі

Төртжиілікті жүйені өте қиын электромагниттілігі бар байланыс сызықтары ұйымдарға ұсынуға болады. Әртүрлі жиіліктегі антенналарды қолдані,микротолқынды жүйе,экономикалық эффективтілік тиімді әрі сапалы болуы керек.

Радиорелелік жүйенің экономикалық тиімділігі мен өткізу қабілетін арттыру үшін оларды көп сабақ етеді.Әрбір стансада бірнеше қабыладап-таратқыштар, жалпы антенна-фидерлік құрылғы арқылы жұмыс істейді.

2.1 Кесте – Қашықтықтан қабылдау жүйесінің жиіліктік нормалары

Ствол	F_1, МГц	F_2,МГц
1	7130	7396
2	7158	7424
3	7186	7452
4	7214	7480
5	7242	7508
6	7270	7536
7	7298	7564

Байланыс сымдарының жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында әр түрлі резервация жүргізіледі. ЦРРЛ-де 10 ГГЦ жоғарғы жиілікті диапазонында 1+1 резервация,яғни бір жұмыс ствола бір резерв сәйкес көлемдегі жүйесі көп қолданылады.Ал радиотолқынның таралуының қиын жағдайында екі ствол да бірдей байланыс жүйесінің жұмысын жақсарту үшін қашықтықта орналасқан қабылданған ұйымда қолданылады.(3.1 кесте)

МСЭ-PF-385-8 ұсынымына сәйкес 7 ГГц дипапазоны үшін:

- дуплексті қашықтығы МГц; T_x-R_x=266 МГц
- стволдар арасындағы қашықтық: T_{x1}- T_{x2}=28 МГц

2.3 Шамалған-Құрты радиорелейлік пролетін есептеу

Берілген мәндер:

7 ГГц жиілік диапазонда жұмыс істейтін радиорелейлік желіні аппаратурада модельдеу.

Аппаратураның негізгі техникалық сипаттамалары:

Жиілік диапазоны, ГГц	7,125-7,725
Трафик нұсқасы	E1
Жүйе коэффициенті, дБ	117
Таратқыштың қуаты, дБм	28
Антенна диаметрі,м	0,6
Модуляция түрі	ОФМ
Конфигурация	1+1

Бойлық профиль интервалы масштабта тік қималы жерлерде желісі бойынша, екі көрші станцияны және жер бедерін байланыстырады. Бойлық профиль интервалдары РРЖ-ны толық және анық сипаттайды,жерлерде әрбір интервалда және байланыста негізгі жұмыс құжаттармен орындауға мүмкіндік береді,орнықтылық есебі СВЧ үшін деректер стандарттарын өздерінің сапалық көрсеткіштерін болып табылады.

Бойлық профиль құрылысы бойлық орындалған, тік бұрышты координаттар жүйесін пайдалана отырып, әр түрлі масштабта көлденең және тігінен өрнектеледі. Жер бетіндегі кедергілер биіктігі метрмен өлшенеді, ал радиорелелік станциялар арасындағы қашықтық - километрмен.

Осылайша, профиль биіктігі жер орталығы арқылы өтетін желілерде орналастырмайды (а.а Жер радиусы) , және тік (Y-осі), көлденең сызық бейіндегі және сызығының қисықтық жер бетінің желілерінде қабылданады , желісі теңіз деңгейінен немесе шартты нөлдік деңгейден есептелінеді.

Станциялар арасындағы арақашықтық емес қисықтанған бетінде орналаспайды, сондай-ақ көлденең осьте (х осінде). Бұл нұсқада профиль жер бетінен шеңбер және үш еселі интегралдар түрінде ұсынылмайды. Жер қисығының доғасының құрылысы станциялар арасындағы қашықтығын анықтау және жер бетінің максималды биіктігін есептегеннен кейін жүргізіледі, себебі қашықтық функциясы тік шкаланың мәнін өзгертеді.

Станциялар арасындағы қашықтық, радиорелейлік байланыс желісінің сондай ақ төменгі және жоғарғы интервалдағы профиль нүктесі топографиялық карталарға сәйкес анықталады,ал кейін биіктіктің максималды айырмасы метрмен есептелінеді.Машстаб таңдалғаннан кейін жер бедерінің қисығының доғасын салу басталады.

Теңіз деңгейімен салыстырғанда доға профилінде бейнеленетін сызық немесе парабола түрінде болатын шартты нөлдік деңгей мына формуламен есептелінеді:

$$x(R) = \frac{RR_0}{2R_з}(1 - \frac{R}{R_0}) \qquad (2.1)$$

мұндағы $x(R)$-нөлдік доғаның бастапқы координатасы,м;

R_0-интервал аралығы,км;

R-интервалдың сол жақ бөлігінен нүктеге дейінгі қашықтығы;

$R_з$-$6{,}37 \cdot 10^6$ м – Жердің радиусы.

Жер бедерінің қисығымен туындайтын кедергінің максималды биіктігі , интервалдың кез келген ұзындығы R_0 үшін R= $R_0/2$ болғанда:

$$x_{макс} = \frac{R_o^3}{8R_з} \qquad (2.2)$$

Практикалық есептеулердің дәрежесінің жеткілікті дәлдігі $R_з$=6370км кезінде былай қабылдауға болады:

$$x_{макс} = 1{,}96 \cdot 10^{-2} \cdot R_o^2 \qquad (2.3)$$

мұнда R_0 км-мен берілген.

Сызбаның көлемін кішірейту үшін шартты сықъзықтың горизонтынан жоғарғы биіктіктер есептеледі, жердің рельефіне тәуелді болатын.Алынған қисықтық сол байланыс аймағының профиль интервалын сипаттайды.

2.4 Антеннаның оптималды ілу биіктігін таңдау

Атмосферадағы диэлектрлік өтімділіктің көлденең грандиенттің тұрақсыздығынан радиосәуле сыну процесіне ұшырайды,бұл радиобайланыстың нашарлауына әкеліп соғады.Егер ол шынайы кедергіге тап болса,байланыс үзіледі.Сондықтан трассаның жарқырауын антеннаның биіктігін дұрыс таңдау арқылы анықтауымыз қажет.

Радиосәуле элипсоидтық айналуы бар қабылдау және таратуды ұсынатын Френель зонасының ішіне аударылады.Френель аймағының минималды зонасы келесі формуламен анықталады:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)} \qquad (2.4)$$

мұнда $\lambda = c/f$ – толқын ұзындығы,м;

$k=\frac{R(H_{max})}{R_0}$ – кедергіге дейінгі қатысты қашықтығы.

Жарқыраудың 80% уақытта рефракцияға қатысты орта мәні келесі формуламен анықталады:

$$\Delta H(g+\sigma_{Ro}) = -\frac{R_0^2}{4}\cdot(g+\sigma_{Ro})\cdot k\cdot(1-k), \qquad (2.5)$$

Мұндағы g және σ_{Ro}-вертикальді градиентті өтімділігінің стандартты ауытқуының орташа көрсеткіші(2.2 кесте)

2.2 Кесте - Вертикалды градиентті өтімділігінің орташа стандартты ауытқуы

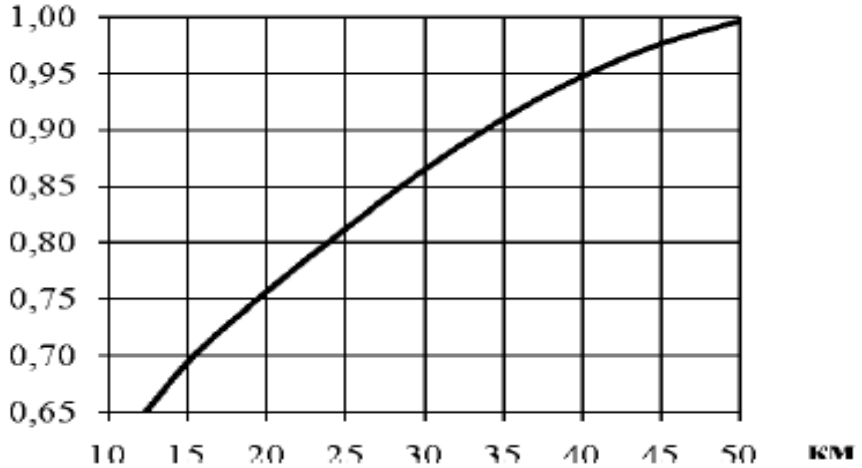
Аймақ түрі	$g\cdot10^{-8}, i^{-1}$	$\sigma\cdot10^{-8}, i^{-1}$
Каспий маңы аудандары	-13	10
Оңтүстік Қазақстанның шөлді аймақтары	-6	10
Қазақстанның далалық аймақтары	-7	9

Пролеттің ұзындығы 50 км-ден аз болса стандартты ауытқуы келесі формуламен анықталады:

$$\sigma_{Ro} = \left(10\cdot10^{-8}+\frac{g}{3.1}\right)\cdot\left(\frac{1}{y}-1\right)+\frac{\sigma}{y} \qquad (2.6)$$

Мұнда, σ-стандартты ауытқу мәні,$м^{-1}$;

y-2.2 суреттен анықталады.



2.2 Сурет- «y» параметрін анықтау.

Радиосәуле рефрекциясы(g=0) жоқ кездегі жарқыраудың мәні келесі формуламен есептеледі

$$H(0) = H_0 - \Delta H(g + \sigma_{Ro}) \tag{2.7}$$

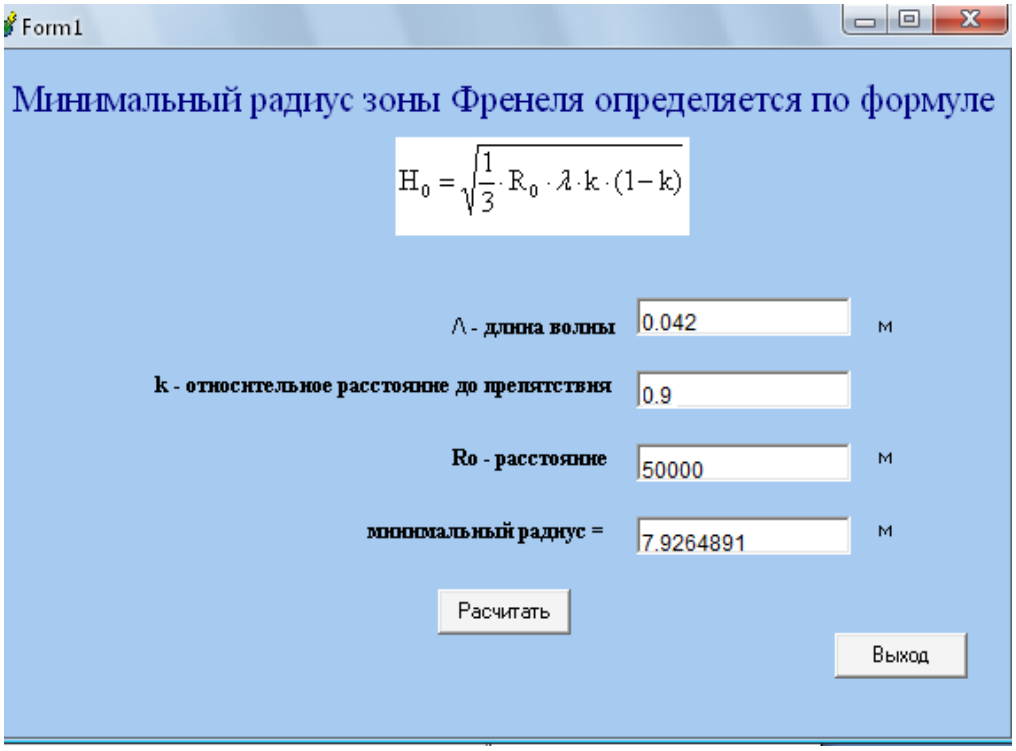
Жердің қисықтығын есептейік:

$$x_{макс} = 1{,}96 \cdot 10^{-2} \cdot R_o^2 = 1{,}96 \cdot 10^{-2} \cdot 50^2 = 49м$$

Френель зонасының минималды радиусын анықтайық:

$$k = \frac{45}{50} = 0.9$$

$$H_o = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 50000 \cdot 0.042 \cdot 0.9(1 - 0.9)} = 7.93м$$



2.3 Сурет - Delphi программасының есептеу терезесі

Жарқыраудың рефракция әсерінен өзгеретін орташа мәнін есептейік

$$H(g + \sigma_{Ro}) = -\frac{R_o^2}{4} \cdot (g + \sigma_{Ro}) \cdot k \cdot (1 - k), \tag{2.8}$$

мұнда, y=0.95

$$\sigma_{Ro} = (10 \cdot 10^{-8} - \frac{g}{3.1}) \cdot \left(\frac{1}{y} - 1\right) + \frac{\sigma}{y}$$

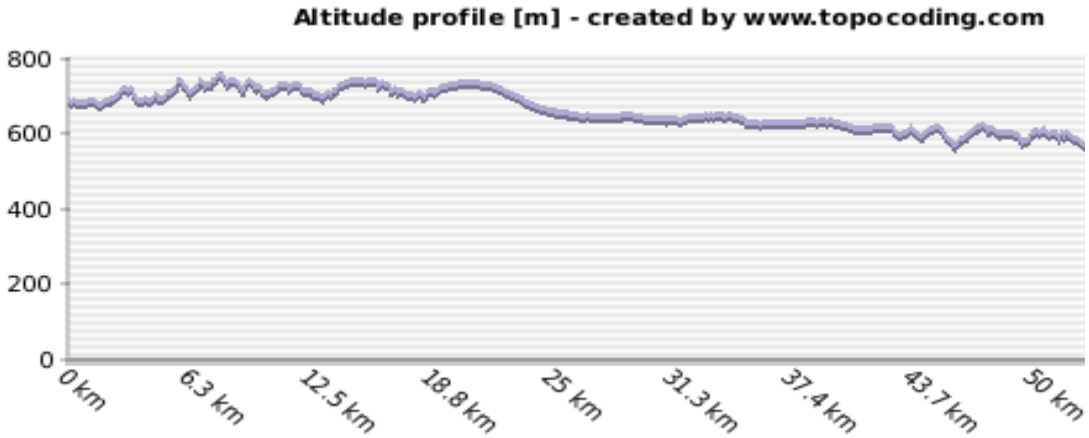
$$\sigma_{Ro} = (10 \cdot 10^{-8} - \frac{7 \cdot 10^{-8}}{3.1}) \cdot \left(\frac{1}{0.95} - 1\right) + \frac{9 \cdot 10^{-8}}{0.95} = 9.94 \cdot 10^{-8} \frac{1}{M}$$

$$\Delta H(g+\sigma_{Ro}) = -\frac{(50\cdot10^3)^2}{4}\cdot(-7\cdot10^{-8}+9.94\cdot10^{-8})\cdot0.95\cdot(1-0.95)=-0.872м$$

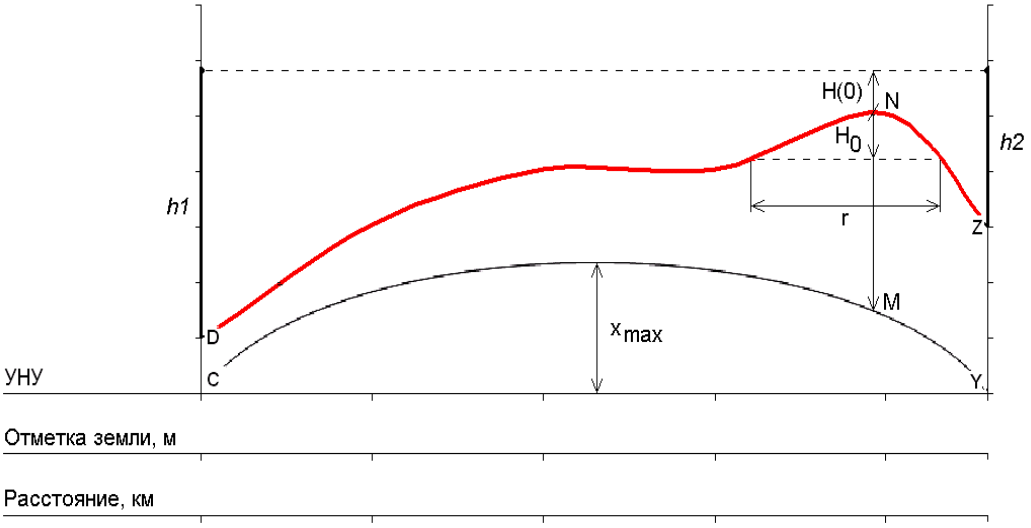
Рефракция болмаған жағдайдағы жарқыраудың мәнін анықтайық:

$$H(0) = H_o - \Delta H(g+\sigma_{Ro}) \qquad (2.9)$$

H(0)=7.92+1=8.92м



2.4 Сурет - Жер бедерінің биіктігін есептеу



2.5 Сурет - РРЛ-дің пролет профилі

Антеннаның іліну биіктігі 2.5 суреттен анықталады.Ол үшін профильдің критикалық нүктесінен H(0) қашықтық бөлінеді,және сол нүкте арқылы антеннамен байланыстыратын сәуле жүргізіледі.

Профильдің жай күйінде(УНУ мен жер бедерінің максималды белгісінің арасындағы айырмашылығы аз болған жағдайда) антеннаның іліну биіктігін келесі формуламен анықтауға болады:

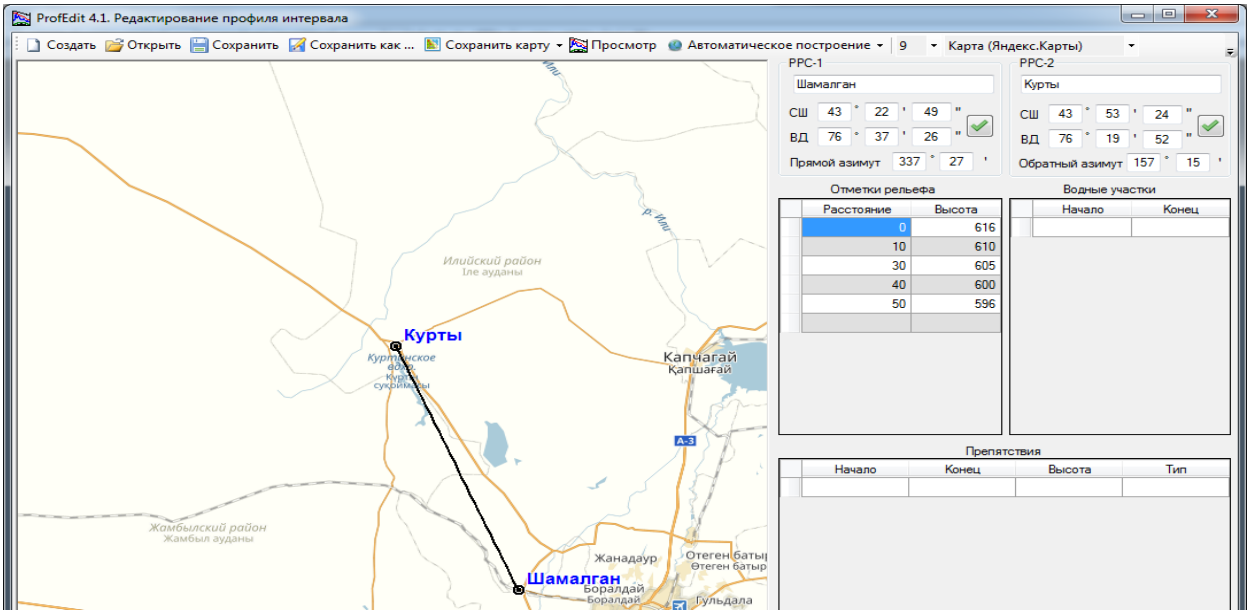
$$h_1=x_{max}+H(0)+MN-CD,$$
$$h_2=x_{max}+H(0)+MN-YZ, \qquad (2.10)$$

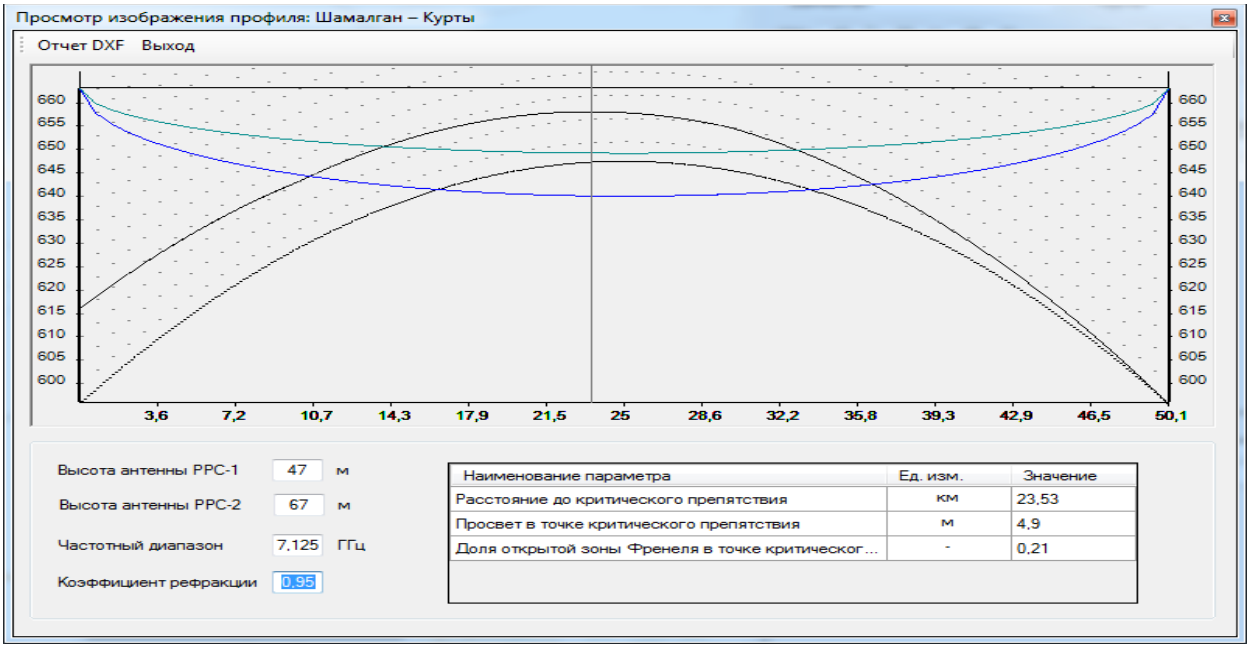
мұндағы MN-профильдің УНУ-ға қатысты максимальді биіктігі;

CD,YZ-қабылдағыш,таратқыш антеннаның трактісінің аяғы мен басына қатысты профиль биіктігі.

$$h_1=49+8,92+605-616=47м,$$

$$h_2=49+8.92+605-596=67м,$$





2.6 Сурет - Шамалған-Курты РРЖ-нің пролет профилі.

Радиотолқындардың субрефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақытын есептеу.

Радиосәулеленудің жиілігі неғұрлым жоғары болса,сигналдың әлсіреуіне тамшы мөлшері,жауын шашын қарқындылығының тигізетін әсері қаттырақ болады.Сондықтан,әлсіреу уақытын есептеу кезінде климаттық зонаның 0,01% уақыт аралығында жаңбыр қарқындылығына тәуелділігін ескеру керек.

ТМД территориясы 16 климаттық зонаға бөлінген.Қазақстан жауын-шашын қарқындылығы $R_{0.01}$=22мм/сағ болатын-Е климаттық зонасына кіреді.

Өшудің сәуленің поляризациясына қатысты регрессия коэффиценті Б1 бағдарламасында келтірілген.

Стандартты атмосфера жер бетіндегі тығыздықтың ең үлкен мәнінде болады,сондықтан радиосәулелер төменге қарай ығысады. Нәтиежесінде жарқырау Френель зонасының минималды радиусымен анықталатын пролетте тұрақты шамаға ие болмайды,ал атмосфера тығыздығы тәуліктің уақытына және атмосфераның жағдайына байланысты болады.

Жарқыраудың пролеттегі орташа мәні

$$H(g) = H(0) + \Delta H(g) = H(0) - \frac{R_0^2}{4} \cdot g \cdot k \cdot (1 - k) = 8.92 - \frac{50000^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8}) \cdot 0.95 \cdot (1-0.95) = 11\text{м}. \quad (2.11)$$

Қатысты жарқырау:

$$P(g) = \frac{H(g)}{H_o} = \frac{11}{7.92} = 1.39 \quad (2.12)$$

Профильдің пролетінде кедергі төбесінен $\Delta y = H_0$ қашықтықта тіке паралельді радиосәуле жүргізіп r-кедергінің мәнін табамыз.

3.5 ЦРРЛ параметрін анықтау

Бөгеуіл ұзындығын анықтаймыз.Пролет профилінің сызбасынды тіке паралельді сәуле жүргіземіз.

$$I = \frac{r}{R_0} = \frac{7}{50} = 0.14 \quad (2.13)$$

μ параметрі аппроксимирацияланған сфераны сипаттайтды,келесі формуламен анықталады:

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{k \cdot (1 - k)^2}{l^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64\pi\alpha}{3}} \quad (2.14)$$

мұнда, $\alpha = 1$

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{0.95 \cdot (1 - 0.95)^2}{0.14^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64 \cdot 3.14 \cdot 1}{3}} = 0.87$$

График бойынша P(g)=1,39 және μ=0,87 мәнін тауып әлсіреудің көбейткішін табамыз.

$$V(g)=+2.5 \text{ дБ}(2,7 \text{ есе}) \tag{2.15}$$

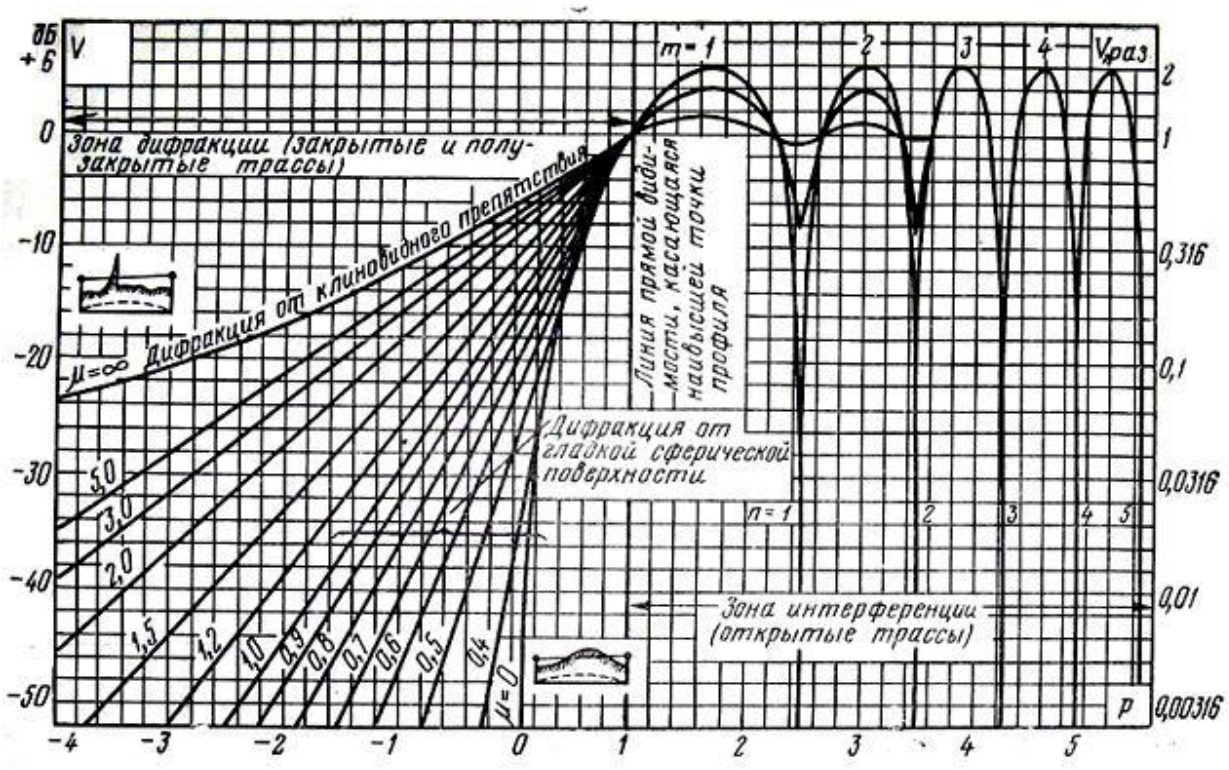
Қабылдағыштың кірісіндегі радиосәулелердің бос кеңістікте таралған кезіндегі сигнал қуатын анықтаймыз:

$$P_{пр0} = \frac{P_{пд} \cdot G^2 \cdot \mu^2 \cdot \lambda^2}{16\pi^2 \cdot R^2} = \frac{200 \cdot 8900^2 \cdot 0.95 \cdot 0.042^2}{16 \cdot 3.14^2 \cdot 50^2 \cdot 10^6} = 0.06 \cdot 10^{-3} \tag{2.16}$$

Қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың орташа қуатын табайық

$$P_{пр} = P_{пр0} \cdot V^2(g) \tag{2.17}$$

$$P_{пр} = 0.06 \cdot 10^{-3} \cdot 2.7^2 = 0.043 \text{ мВт}$$



2.7 Сурет– Әлсіреу көбейткішінің P(g), μ,V параметрлерінен тәуелділігі

Сигналдың қабылдағыштың кірісіндегі кернеуді оның ішкі кернеуінің фидердің толқындық кернеуімен W=75 Ом келесі формуламен анықтаймыз:

$$U_{пр} = \sqrt{P_{пр} \cdot W} = \sqrt{0.00006 \cdot 75} = 0.067 \text{ В} \tag{2.18}$$

Аппаратураның параметрлеріне сәйкес , қабылдағыштың сезімталдығы (-65дБм=0.17 мВ).Сол себепті,кірістегі сигнал деңгейі берілген сезімталдық деңгейінен әлдеқайда жоғары болады.

Тынудың қосалқы есептеуін келесі формуламен жүргіземіз:

$$F_t = S_g + G_{прд} + G_{прм} - 2\eta - L_0, дБ \quad (2.19)$$

мұндағы,S_g-жүйе коэффиценті,дБ;

$G_{прд} = G_{прм}$– қабылдағыш таратқыш антенналардың күшею коэффиценті;

2 η=5 –антенна фидерлік трактің пайдалы әсер коэффиценті;

L_0-радиосәулелердің бос кеңістікте өшуі.

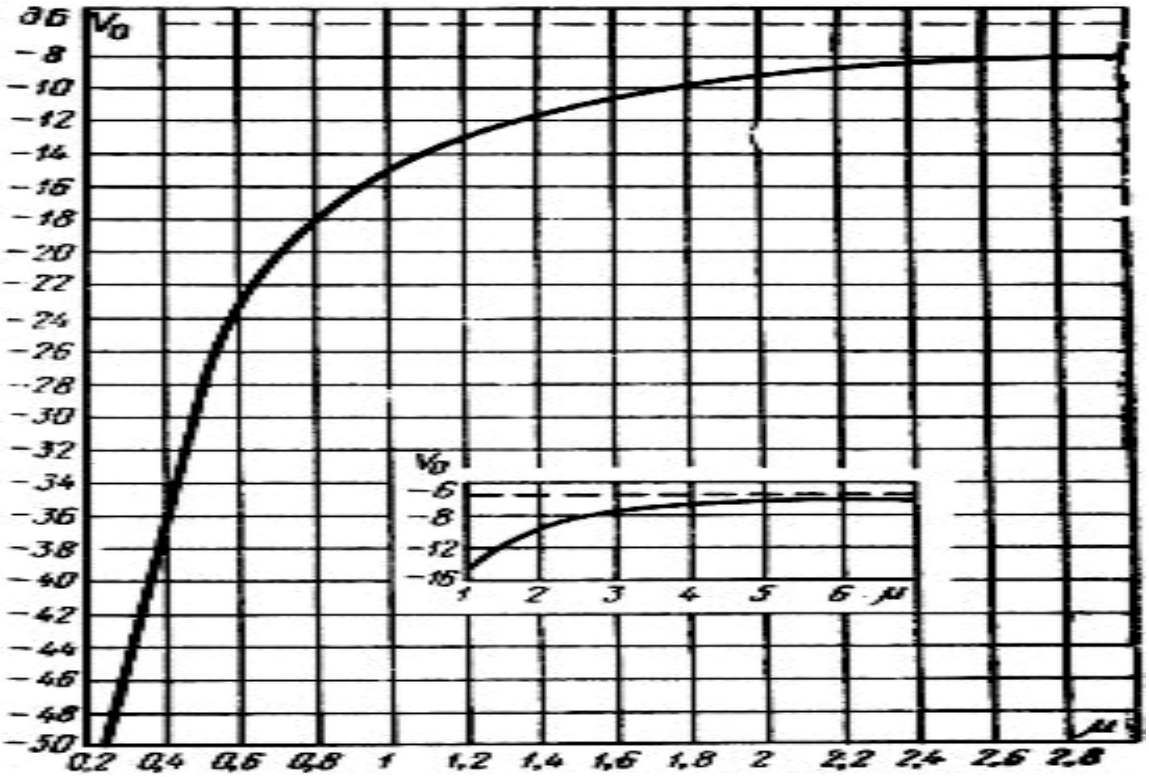
$$L_0 = 20[\lg(f, МГц) + \lg(d)] + 32.45 = 20[\lg(7{,}125 \cdot 10^3) + \lg(50)] + 32{,}45 = 143{,}429 \text{ дБ} \quad (2.20)$$

$$F_t = 117 + 30{,}87 + 30{,}87 - 5 - 143{,}429 = 30{,}3 \text{ дБ}.$$

Минималды Френель зонасының бөгеуілінің қатысуымен,сигналдың терең тынуын тудыратын сигналдың өшуін $P(_{g0})$ келесі формуламен анықтаймыз:

$$P(g0) = \frac{V_0 - V_{MIN}}{V_0} \quad (2.21)$$

мұнда,V_0- H(0)=0 тең болған кезіндегі 3.8 суретпен μ мәні арқылы анықталатын әлсіреу көбейткіші;



2.8 Сурет – Аппроксимирленген μ параметрдің
әлсіреу көбейткішінен тәуелділігі

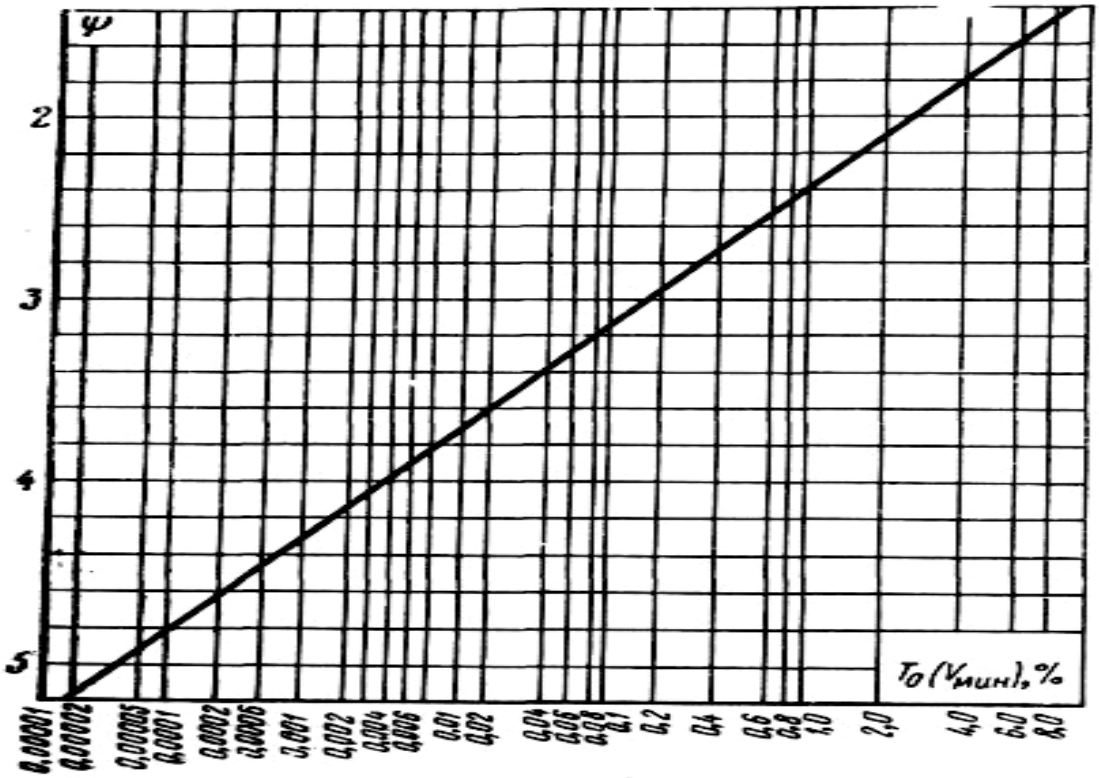
V_{MIN}-әлсіреу көбейткішінің жеткілікті минималы;

$$V_{MIN}^2 = -F_t \ \rightarrow V_{MIN} = -\frac{F_t}{2} \tag{2.22}$$

Параметр $\psi = 2.31 \cdot A[P(g) - P(g0)]$,
Мұндағы

$$A = \frac{1}{\sigma} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^3 \cdot k(1-k)}} \tag{2.23}$$

2.9 суреттегі график бойынша $T(V_{min})$ мәнін анықтаймыз



2.9 Сурет – Байланыстың нашарлау уақытын есептеу кезіндегі,пайда болған радиосәуле субрефракциясы.

$$V_{MIN} = -\frac{30.3}{2} = -15.15\text{дБ}$$

V_0=-11 дБ (2.8 сурет)

$$\mathrm{P(g0)} = \frac{-11-(-15,15)}{-11} = -2,37$$

$$\mathrm{A} = \frac{1}{9.94\cdot 10^{-8}} \cdot \sqrt{\frac{0.042}{(50\cdot 10^{3})^{3}\cdot 0.95(1-0.95)}} = 0.56$$

$$\Psi = 2.31\cdot 0.56[1.39-(-2.37)] = 4.863$$

$$T(V_{min}) = 0\%(2.10\ \text{сурет})$$

Жауын шашын әсерінен байланыстың нашарлау уақытын есептеу.

Радиосәулеленудің жиілігі неғұрлым жоғары болса,сигналдың әлсіреуіне тамшы мөлшері,жауын шашын қарқындылығының тигізетін әсері қаттырақ болады.Сондықтан,әлсіреу уақытын есептеу кезінде климаттық зонаның 0,01% уақыт аралығында жаңбыр қарқындылығына тәуелділігін ескеру керек.

ТМД территориясы 16 климаттық зонаға бөлінген.Қазақстан жауын-шашын қарқындылығы $R_{0.01}$=22мм/сағ болатын-Е климаттық зонасына кіреді.

Өшудің сәуленің поляризациясына қатысты регрессия коэффиценті Б1 бағдарламасында келтірілген.

Жаңбырдың интенсивтілігі трассаның бойымен қарсы бағытта орналастырса,пролеттің эффективті ұзындығын есептейміз

$$d_э = r \cdot R_o \tag{2.24}$$

мұндағы R_o-пролеттің ұзындығы,км;

$r = \frac{1}{1+\frac{R_0}{d_0}}$-азаю коэфиценті;

$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015R_{0.01}}$-тіреу қашықтығы,км.

2.3 Кесте - Өшуді бағалау үшін регрессия коэффиценті

Жиілік f,ГГц	Горзонтальді поляризациясы		Вертикальды поляризациясы	
	k_i	a_i	k_v	a_v
1	0.0000387	0.912	0.0000352	0.880
2	0.0001540	0.963	0.000138	0.923
4	0.00065	1.121	0.000591	1.075
6	0.00175	1.308	0.00155	1.265
7	0.00301	1.332	0.00265	1.312
8	0.00454	1.327	0.00395	1.31
10	0.101	1.276	0.00887	1.264
12	0.0188	1.217	0.0168	1.2

Сәуленің поляризациясының тәуелділігінен жаңбырда бөлек өшуі

$$y = k \cdot R_{0.01}^{a}(дБ) \tag{2.25}$$

Горизонтальді және вертикальді поляризация үшін 3.2 кесте арқылы анықталады:

$$y_H = k_H \cdot R_{0.01}^{aH}\ ,$$
$$y_V = k_V \cdot R_{0.01}^{aV}, \tag{2.26}$$

Трассада 0,01% уақытының бөлігінен асатын өшу келесі формуламен анықталады:

$$A_{0.01} = y \cdot d_э,дБ \tag{2.27}$$

Сигналдың әлсіреуі уақыты қалған тынудан артық болған жағдайдағы тыну:

$$T_g = 10^{11.628\left(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172\cdot\lg\left(0.12\cdot\frac{A_{0.01}}{Ft}\right)}\right)}, \% \qquad (2.28)$$

Егер $A_{0.01}/Ft<0.155$ онда $A_{0.01}/Ft=0.155$ деп қабылдаймыз
f=7.125 ГГц үшін

$$y_Г=0.00301\cdot 22^{1.332}=0.18 \text{ дБ/км};$$

$$y_v=0.00265\cdot 22^{1.312}=0.15 \text{ дБ/км}.$$

Вертикальды поляризация үшін ең төмен алшақ өшу мәні

$$d_0 = 50\cdot e^{-0.015\cdot 22} = 35.93 \text{, км.}$$

$$r = \frac{1}{1+\frac{50}{36}} = 0.42$$

$$d_э = 0{,}42\cdot 36 = 15{,}12 \text{, км}$$

$$A_{0{,}01} = 0{,}015\cdot 15{,}12 = 0{,}22 \text{, дБ}$$

$$\frac{A_{0{,}01}}{Ft} = \frac{0.22}{30.32} = 0.007<0.155$$

$$T_g=1.49\cdot 10^{-7},\%.$$

Антенна мен тіреудің ақырғы оптималды ілу биіктігінің дайыдық нормаларын тексеру.

ГЭЦТ(гипотетикалық эталондық цифрлық тракт) үшін дайын еместік сипаттамалары 557МСЭ-Р ұсынған нормалармен бекітіледі.

ГЭЦТ негативті болып табылады,егерде алдағы 10 секундта келесі шарттардың біреуі орындалса:

- сандық цифрлық сигнал үзілсе;
- BER әрбір секундта 10^{-3}.

Аппаратураның тығыздалу дайындылығы алынбайды.Дайындық сипаттамасы қондырғының дайындығы мен радиосәулелердің шақырылған шарттарының таралуымен,мысалға дайынсыздық мөлшері жаңбырмен шаққанадағы,30-50%.

ГЭЦТ 2500км созылатын дайындық сипаттамалары 99,7% мөлшермен анықталады,ал бұл проценттер үлкен уақыт интервалы аралығындағы мөлшермен анықталады.Осы интервал бір жылдан асу керек,дайынсыздық сипаттамалары,мына жолмен 0,3% мөлшермен анықталуы тиіс.

Дайынсыздық нормасы

$$UR_{доп} = \frac{0.3 \cdot L}{2500} \quad (2.29)$$

мұндағы L-пролет ұзындығы,км

$$UR_{доп} = \frac{0.3 \cdot 50}{2500} = 0.006\%$$

Мына шарт орындалуы қажет:

$$UR_{доп} > T_o + T_g \quad (2.30)$$

мұндағы $T_o+T_g=0+1.49\cdot10^{-7}=1.49\cdot10^{-7} < UR_{доп}=6\cdot10^{-3}$

Осындай жолмен,аппаратураның дайынсыздық нормасы орындалады.

Радиобайланыстың көпсәулелік таралуының нашарлау уақытынның есептелуі.

Радиожеліліерді аралығы бірнеше ондаған километрге модельдеу кезінде таза атмосферадағы төрт негізгі механизм ескерілуі қажет,төрт қабатпен тылсымсыз орналасқан:

- сәуленің кеңеюі (ағылшын техникалық литературасында бұл құбылыс сәуленің фокусталуы деп те айтылады) ;
- антеннаның байланысы;
- көпсәулелі таралудың бедері;
- атмосфералық көпсәулелі таралу;

Бұл механизмдердің көбісі өздігімен өзі немесе басқа механизмдермен комбинацияға түсіп түзіледі.Қатты жиілікті-табылатын өшулер тіке сәуленің фокусталған бедерінен шағылған сигналдың орнығуымен пайда болады,бұл өз кезегінде көпсәулелі таралудың тынуына әкеліп соғады.Жылтырланған тынулар,атмосферадағы кішкентай турболенталар әсерінен шақырылған әрқашанда механизмдерде өз орындарын иемденеді,40 ГГц жиіліктен төмен болғанда тынудың жалпы таралуы болмайды.Тынудың үлкен терең уақытында уақыттың проценті кішірейген жүйелерде қабылдаған сигналдың нашар айдағы орташа көрсеткіштерінен асып түспейді,және де келесі жақындатылған формула көмегімен анықталады

$$T_{инт} = K \cdot Q \cdot f^{B} \cdot d^{C} \cdot 10^{-A/10}, \% \quad (2.31)$$

мұндағы $A=F_t$-тыну қоры,дБ;

d-пролеттіңк ұзындығы,км;

f-жиілік,ГГц;

K-климаттың жергілікті рельефке тигізетін әсерін ескеретін коэффицент;

Q-трассаның басқа да параметрлерін ескеретін коэффицент;

B,C-регионалды эффектерді ескеретін коэффиценті.

$$K = P_L^{1.5} \cdot 10^{(-6.5-C_{LAT}-C_{LON})}, \quad (2.32)$$

мұндағы P_L=5%=0.05-вертикалды градиентті рефракцияның уақыт проценті.

Қазақстан үшін C_{LAT}, C_{LON} коэффиценттері 0-ге тең.

$$K=0.05^{1.5} \cdot 10^{-6.5} = 3 \cdot 10^{-9}$$
$$Q = (1 + E_p)^{-1.4} \quad (2.33)$$

мұндағы $E_p = \frac{h_1-h_2}{d}$- радиотрассаның иілуі,мрад.

h_1, h_2-м;

d-км.

B=0.89;C=3.6

$$E_p = \frac{67-47}{36} = 0.56$$

$$Q=(1+0.56)^{-1.4}=0.54$$

$$T_{инт}=3 \cdot 10^{-9} \cdot 0{,}54 \cdot 7{,}125^{0{,}89} \cdot 36^{3{,}6} \cdot 10^{-30/10}=1{,}24 \cdot 10^{-9}\%.$$

Көпсәулелі толқындардың байланыс нашарлаған жетілікті уақыттағы нормасын тексеру.

Жіберілетін уақыттағы байланыстың нашарлауын жоғарғы сападағы байланыс үшін есептеу.

$$SES = \frac{0.054 \cdot L}{2500} \quad (2.34)$$

мұндағы L-пролеттің ұзындығы,км;

2500-эталондық гипотетикалық желінің ұзындығы.

Келесі шарт орындалуы керек:

$$SES > T_{инт}$$

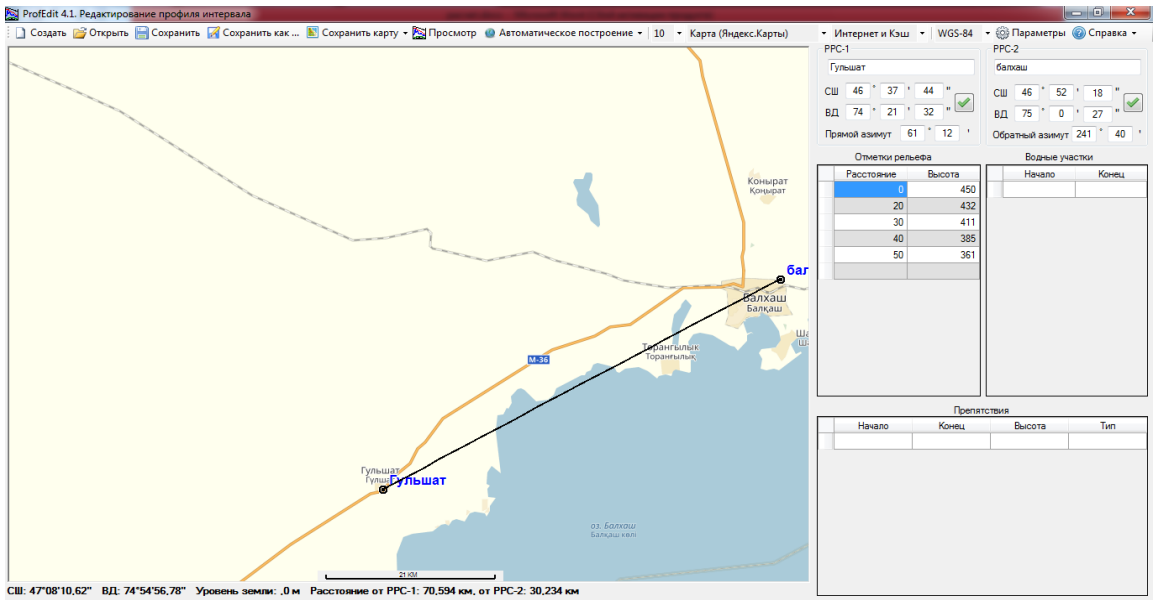
$$SES=\frac{0.054 \cdot 50}{2500} = 0.001 = 10^{-3}\ \%$$

$$10^{-3}\ \% > 1{,}24 \cdot 10^{-9}\ \%.$$

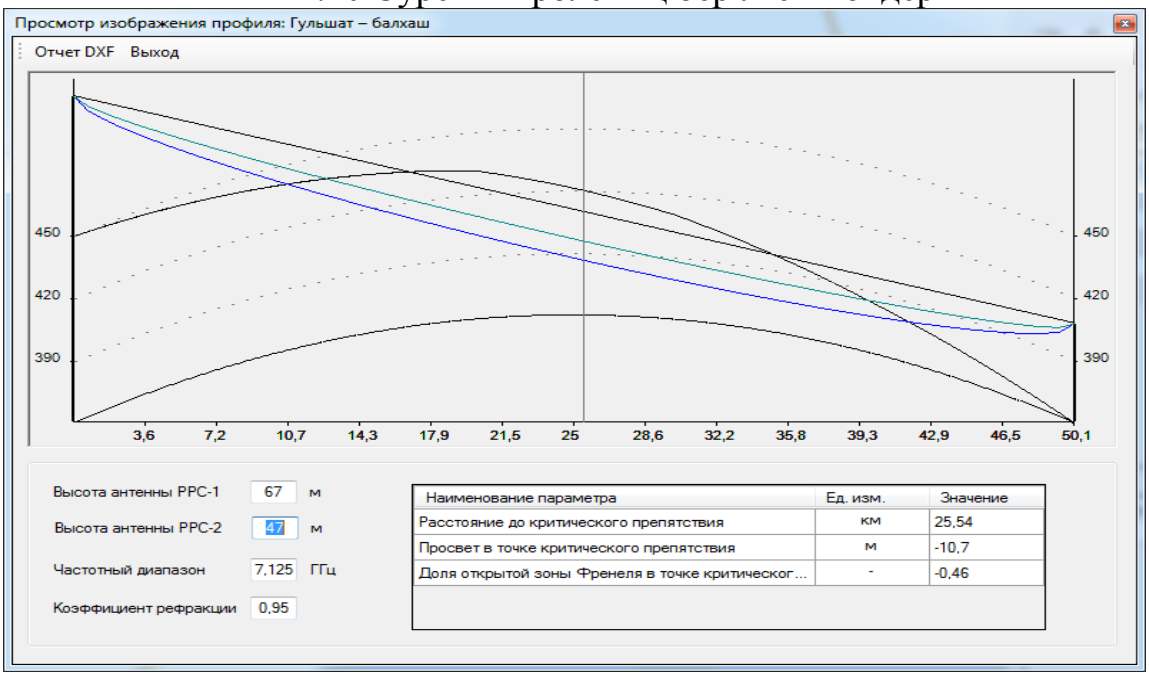
Жіберілген уақыттағы байланыстың көпсәулелі толқын таратудағы нашарлауы үлкен қормен орындалды,бұл дегеніміз Шамалған-Құрты пролетінің байланыс тұрақтылығы жоғарғы екенін көрсетеді.

2.6 Гулшат-Балқаш пролетін есептеу

Prod-Edit 4.0 программасының көмегімен Гульшат-Балқаш пролетінің профилін ұсынамын.



2.10 Сурет – Пролеттің берілген мәндері



2.11 Сурет – РРЛ пролетінің профилі

3 Тіршілік қауіпсіздігі

Түйіндеме

Мен осы дипломдық жобамда радиорелелік байланыс желісін ұйымдастырдым. Антенналардан шығатын радио,электромагниттік сәулелер адам ағзасына тигізетін әсері зор. Сол себепті тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электромагниттік сәулелердің қоршаған ортаға және адам ағзасына тигізетін әсерлерін,иондағыш сәулелердің классификациясын қарастырдым.

Электромагниттік сәулеленуді зерттей келе мынадай қорғанудың шараларын жүзеге асыруымыз қажет болады:

- электртаратқыш блогы мен ұялы байланыс станциясынан 25 метр қашықтықта орналасу;
- компьютер мониторынан 30 см қашықтықта орналасу;
- электр сағаттарынын 5 см қашықтықта орналасу;
- ұялы телефонды 2,5 см арақашықтықта ұстау.

3.1 Электромагниттік сәулелер. Адам организміне тигізетін әсері

Түрлі физикалық факторлардың қоршаған ортаға , адам және де биологиялық обьектілерге жағымсыз әсерін иондалмайтын электромагниттік өріс, атап айтқанда радиожиілікті сәуле шығару тигізеді.Электромагниттік өріс деп-материяның магниттік және электрлік қасиеттерімен сипатталатын ерекше өмір сүру нысанын айтамыз.

3.1 Кесте - ДБП ЭМИ РЖ

Әсер ету ұзақтығы Т, мин	ДБП мкВт/см^2
480 және жоғары	25
450	27
420	29
390	31
360	33
330	36
300	40
270	44
240	50
210	57
180	67
150	80
120	100
90	133
60	200
30	400
15	800

Электромагниттік өрісті сипаттайтын маңызды параметрлерге жиілігі, толқын ұзындығы , таралу жылдамдығын жатқызуға болады.

Электромагниттік өрістің табиғи көздері екі түрге бөлінеді: біріншісі тұрақты электр және магнит өрісі жататын Жер өрісі, ал екіншісі ғарыш көздері, атмосфералық үрдістер,найзағай разрядынан бөлінетін радиосәулелер.

Жердің табиғи өрісі жер бетіндегі кернеулігі 100-ден 500 В/м-ге дейін болатын артық теріс зарядтардан қалыптасады.Найзағайлы бұлттар өріс кернеулігін ондаған және жүздеген кВ/м ұлғайтады.

300 МГц - 300 ГГц жиілік дипазонында жататын рұқсат етілген шекті деңгейдегі энергия ағындары ықпал ету ұзақтығына байланысты 4.1 кестеде көрсетілген.

Электромагниттік энергияның алғашқы көрінісі бұл – тіндер мен дененің өзгеруі мен зақымдануына алып келетін қыздыру. Энергияны сіңіру механизмі өте қиын. Электромагниттік өрістің ең осал әсеріне орталық жүйке жүйесі және нейроэндокриндік жүйесі болып табылады. Электромагниттік өрісі бар қамту аймағында ұзық орналасу салдарынан мерзімінен бұрын шаршау, ұйқышылдық және ұйқының бұзылуы, жиі бас ауруы, бұзылуы жүйке жүйесінің бұзылуы туындайды және т. б.

Иондағыш сәулелердің организмге биологиялық әсері тірі тканды иондау арқылы орындалады, оның барысында организде молекулалық байланыстар үзіліп, әртүрлі химиялық қоспалардың труктурасы өзгіреді. Тірі организмнің құрамында 75-80% су болғандықтан, иондағыш сәулелер негізінде су молекулаларына әсер етіп, диолиз (радиациялық ыдырау) реакциясын туғызады.

Бұл жағдайда су молекуласы (H_2O) сутек атомы (H^+) мен гидроксил тобына (OH^-) бөлінеді. Бұл бос радикалдарды химиялық әрекеті (активтігі) өте зор болғандықтан, олар басқа заттардың (белок, фермент т.б.)молекулалары-мен қосылып, адам организміне тән емес, жат химиялық жаңа қоспаларды туғызады. Мұнын сандарынан организмде физиологиялық процестердің барысы өзгеріп сәуле ауруы пайда болып, клеткалар мен органдар өліп, одан әрі адам өліміне әкеліп соғады.

Иондағыш сәулелердің әсерінен адам организмінде пайда болатың сәуле ауруы жергілікті және жалпылама, ауыр жән созылмалы түрлерінде өтеді. Егер организм аз уақыттың ішінде үлкен дозамен сәулеленсе, аурудың ауыр түрі пайда болады, ал сәулелену ұзақ уақыт бойы үздіксіз аз дозамен сәулеленсе, онда ауру созылмалы түрінде өтеді. Жалпылама сәулелену барлық организмді зақымдаса, жергілікті сәулелену әр органдарға зиян келтіреді.

Адам организміне иондағыш сәулелер сырттаң және іштен тигізуі мүмкін. Сыртқы сәулелену сырттағы сәуле кездерінің әсерінен болады, ал ішкі сәулелену организмнің ішіне түскен радиоактивті заттардың әсерінен пайда болады (радиоактивті шаң, газ, бу т.б.).

Адам организмінде иондағыш сәулелердің әсерінен мынындай өзгерістер болуы мүмкін: шаш түсу, тырнақ сынғақтану, көзде катаракта ауруы пайда болу, қан ағару (лейкемия), тері аурулары, қателі ісіктер, бас

ауыру, әлсіздік, нерв жүйесі мен ас қорыту органдары зақымдану, тұқым функциясынын бұзылуы т.б.

3.2 Адам денсаулығын электромагниттік сәулеленіден қорғау шаралары

Электромагниттік сәулелердің өзгешелігі сонда, олардың организмге тигізеті зиянды әсері бірден білінбейді, оның жасырын (латенттік) мезгілі болады, зиянды зардабы кейіннен пайда болады. Организмнің зақымдану түрі және ауырлығы бірнше факторлармен байланысты болады, мәселен, сінірген дозаның мөлшері, әсер ету уақыты, сәуленің түрі, қандай мүшенін сәулеленуі, организмнің сезімталдығы, радиактивті заттардың физикалы-химиялық қасиеттері т.б.

Адам органдары сәулелерге сезімталдығына қарай үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа ең сезімтал мүшелері жатады: гонадалар, жілік майы, т.б. Одан кейін екінші топқа жататындар: бұлшық еттер, көк бауыр, дмалақ бездер, май еттері, бауыр, бүйрек, өкпе, ішек-қарын, көз жанары т.б. Үшінші топқа жатады: тері, сүйек, білек, сирақ, табан т.б.

Адам организміне әр түрлі дозалардың (Р – рентген өлшемімен) тигізетін әсері мынандай:

- 25 Р дейін – организмде айқын зақымдану білінбейді.
- 25-50 Р – маңызды зақымдану жоқ, бірақ қанда өзгірістер болуы мүмкін.
- 50-100 Р – организмде ерекше өзгерістер болады, бірақ еңбекке қабылеттілік сақталады.
- 100-200 Р – еңбекке қабылеттілік жартылай кемиді, кей кезде өлім жағдайы болуы мүмкін.
- 400 Р – 50% өліммен аяқтайды.
- 500-600 Р және одан артық - өлтіретін доза.

Иондағыш сәулелердің қауіптілігін ұлғайтатын жағдай – адам олардың айналадағы ортада бар-жоғын сезім мүшелері арқылы айыра алмады. Сондықтан, адам көп уақыт бойы қауіпті радиацияның ортасында бола тұрып, оның зиянды әсерін сезбейді. Бұл жағдай және зиянды сәулелердің келтіретін ауыр зардабына көңіл бөлмеушілік адамның қырағылығын кемітіп, қауіпсіздік ережелерін бұзуға жағдайларды қамтамасыз ету үшін арнайы нормаларға (НРБ-76/88) және ережелерге (ОСП-72/88) сәйкес ауада (суда) иондағыш сәулелерді ақырғы шекті дозасы (АШД) және радиоактивті заттардың шекті концентрайиясы (ШК) белгіленген.

Ақырғы шекті доза деп оргаизмге 50 жыл бойы біркелкі әсерін тигізіп, адамның денсаулық жағдайында ешқандай жағымсыз өзгерістер туғызбайтын жылдық дозаның ең үлкен мөлшерін айтады.

Біздің елде табиғи радиациялық фон орта есеппен алғанда 125 мбэр/ж тен болады. Табиғи радиациядан бөлек адам организміне тағы басқа сәулелер әсер етеді, мысалы, өкпені ренгенге түсіргенде 0,15-0,2 Р, асқазанды түсіргенде 1,3-3 Р, тісті түсіргенде 3-5 Р, телевизор экранының алдында 0,5 мР/сағ.

Өндірісте иондағыш көздерін пайдаланып, жұмыс жүргізген кездерде қауіпсіз жасау жағдайларды жасау үшін әртүрлі қорғану шаралары қолданылу керек:

а) Ара қашықпен қорғану. Бұл қорғану әдісі сәуле көздерін адам организімінен керегінше алыс ұстауға негізделген, дозасы аз сәулелерден қрғану үшін қолданылыды. Ара қашық үлкейген сайын сәуленін дозасы кемиді;

б) Уақытпен қорғану. Бұл әдістің мақсаты адамның радиациялық ортада болу уақытын шектеу, сөйтіп организмнің алған дозасын белгіленген нормадан асырмау;

в) Экранмен қорғану. Бұл әдіс радиациясы үлкен сәулелерден қорғану үшін қолданылады. Ол заттарда сәуленің әлсіреу заңына енгізелген. Сәулелерді экрандау мағнасы – экран оған түскен сәулені бойына сініреді немесе кейін шағылыстырады. Экрандар конструкцтясы жағынан әртүрлі болады: тұрақты, жылжымалы, жиылмалы тағы басқа. Экранның материалы мен қалындаға сәуленің түрі, энергиясы және әлсіреу есесі арқылы анықталады.

Альфа сәулені экрандау қиынға соқпайды. Киім, қағаз, жұқа қаңылтыр, ауаның бірнеше сантиметр қабаты α – сәулесінен толық қорғай алады.

Бета сәулені экрандауда онша қиын емес. Ол үшін онша қалын емес алюминий, плексиглас, қорғасын, чугун тағы басқа заттарды пайдалануға болады.

Гамма, рентген, нейтрон сәулелерінен экрандау қиындау болады, ұйткені оның ішке кіру қабылеті өте зор. Бұл сәулелерденқорғану үшін қалың қабатты қорғасын, вольфрам, су, болат, чугун, бетон тағы басқа заттарды қолдану керек.

1. Бөлмелерді дұрыс жоспарлау. Сәулелермен жұмыс жүргізетін бөлмелерді басқа бөлмелерден оңашалап, оларды үйдің бір жерінде шоғырландыру керек. Бөлмелердің орналастыру реті жүргізілетін жұмыстардың ерекшелігімен байланысты болады және олардың көп зонаға жоспарлануын қолданған жөн.
2. Бөлмелерді арнайы жабдықтау. Бөлмелердің қабырғасы, едені, төбесі радиоактивті заттар жиналмау үшін жарық, тесік болмай тептегіс болу керек. Сәуле кездерімен жұмыс істейтін бөлмелерде зақымдану қауіптін азайту үшін арнайы құралдар мен аспаптар орнатылады, мәселен, сору шкафтары, қорғаныш камералары, бокстар, кожухтар, дистанциялық ұстағыштар, перископтар т.б.
3. Механикалық вентиляцияны ортану. Бөлмеде сорып-үрлегіш вентиляция болу керек, ол ауа алмасуы 3 еседен кем болмалуы қамтамасыз өткен жөн. Вентиляция ауасының ағынын таза бөлмелерден ластағған бөлмелер жағына бағыттау және оның кейін қарай ағасын

болдырмау керек. Сорылған ауаны атмосфераға шығару алдында зиянды қопаларынаң тазалау керек.

4. Радиоактивті заттарды дұрыс сақтау. Бұл заттар арнайы қоймаларда сақталынады. Олар басқа үйлерден алыс, жердің астында болған жөн. Қоймалардың қабырғасы, төбесі, есігі сәуле өтпейтіндей болып жасалынады. Сәуле көздері арнайы сейфтерде қойылып, контейнерге салынып, тасымалданады.
5. Дезактивация жүргізу. Дезактивация деп бөлмелерді, құрал-саймандарды, киімдерді тағы басқа бұйымдарды радиоактивті заттардан тазартуды айтады. Бөлмені күн сайын сумен жуып, айына бір рет толық жиыстырып отыру керек. Дезактивацияның бірнеше әдістері болады: сумен, механикалық, физикалық, химиялық тағы басқа әдістер.
6. Сәулелерлің көздерімен істелінетін жұмыстарды механикалау және автоматтау, бұл жұмыстарды алыстан басқару.
7. Радиоактивті заттарды онашалау. Бұл заттарды герметикалық ыдыстарда сақтау керек. Ол үшін пробирка, ампула, колба, пенал, контейнер тағы басқа сауыттар колданылады.
8. Дербес қорғану құралдарын қолдану. Бұл құралдары пайдалану қосымша қорғану шара болып есептеледі. Олар тыныс органдарын, көзді, терін қорғау үшін пайдаланылады, α – сәулесінен толық қорғап, β – сәлесінен жартылай қорғай алады.
9. Тыныс органдарын қорғайтын аспаптар: противогаз, респиратор, пневмокостюм, пневмошлем, пневмомаска тағы басқалар. Көзді қорғайды – арнайы әйнегі бар жабық көзілдіріктер. Денені (теріні) қорғау үшін халат, комбинезон, бас киім, қолғап, етік, алжапқыш, шаобар, бәтенке, галош тағы басқа бұйымдар қолданылады.
10. Гигиена ережелерін сақтау. Шылым шегу және тамақтану алдында қолды жуу; жұмыстан кейін шомылу; қолды, бетті арнайы крем, паста басқа заттармен майлау; жұмыс орнында шылым шегіп, тамақ жемеу; физкультурамен шұғылдану, сауықтыру процедураларын алу тағы басқа шараларды қолдану.
11. Адам организмінің және айналадағы ортаның радиациялық дозасын бақылап отыру.
12. Жұмыскерлердің енбек, демалыс және тамақтану режимін дұрыс ұйымдастыру.
13. Әрдайым медициналық бақылау жүргізу. Еңбек қорғау жөнінде нұсқаулар мен жүргізіп отыру.

3.2 Кесте - Жұмыс орнында персоналды 30 кГц-300 ГГц диапазондағы жиіліктегі ЭМӨ-нің рұқсат етілетін шекті деңгейлері

Параметр	Жиілік диапазоны (МГц)				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-30000
Шекті рұқсат етілген мәні ЭЭЕ, (В/м)2·ч	20000	7000	800	800	-
Шекті рұқсат етілген мәніЭЭН, (А/м)2·ч	200	-	0,72	-	-
Шекті рұқсат етілген мәні ЭЭППЭ, (мкВт/см2)·ч	-	-	-	-	200
Максималды ДБП Е, В/м	500	296	80	80	-
Максималды ДБП Е, В/м	50	-	3,0	-	-

3.3 Кесте - 30 кГц-300 ГГц диапазон жиіліктегі ЭМӨ-нің халық үшін рұқсат етілген шекті деңгейлері

Жиілік диапазоны	30-300КГц	0,3-3МГц	3-30МГц	30-300МГц	0,3-300ГГц
Нормаланатын параметр	Элект өрісінің кернеулігі				Энергия ағынының тығыздығы ЭАП мкВт/см2
Рұқсат етілетін деңгей	25	15	10	3 В/м	10

3.3 Санитариялық-қорғаныш аймағының шекараларын және құрылысты шектеу аймағын есептеу.

Бастапқы деректерді есептеу үшін СҚА және ҚША-ның жабдықтау үшін мультистандартты базалық станциялары "Mini Link TN"

3.1 Сурет – Mini Link Ericsson

3.1 Кесте - TN «Mini Link» параметрлері

Тартушы антенна түрі	Секторлық
Жұмыс жиілік диапазоны	791-862 МГц
Эквивалентті изотропты сәулелену қуаты	63,7 дБм
Антенна диаграммасының бағытын анықтаушы азимут	Секторлық
Жер бетінен антеннаны ілу биіктігі	30м
Бағыттауыш диаграманың ені: -горизонтальды жазықтық -вертикальды жазықтық	 60 2,5
Антеннаның күшею коэфицентті	18дБм

ЭМӨ белгілі бөлу санитарлық нормаларын негізге ала отырып СҚА мен ҚША шекараларын орналасқан. Қайта есептеу ЭМӨ ағынының электр құрамдас бөлігі тығыздығының қуаты (МБП) мынадай 3.1 формула бойынша анықалады:

$$\text{ППМ} = \frac{\text{E}^2}{3{,}77(\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2})} \qquad (3.1)$$

мұндағы E(В/м) - электр құрамдас шиеленісті ЭМӨ ,ол мына формула бойынша анықталады:

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot G \cdot П_{афт}}{R}} \cdot K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi) \qquad (3.2)$$

мұндағы P –антенно фидерлік тракт кірісінің қуаты, Вт;

G - антеннаны күшейту коэффициентіне қатысты изотропты сәулелендіргіш анықталатын бағытта максималды сәулелену;

$П_{афт}$- антенна-фидерлік трактісінің шығын коэфиценті ;

R– антеннаның геометриялық центрінен бақылау нүктесіне дейінгі арақашықтығы, м;

$F(\alpha)$ – көлденең жазықтықта нормаланған БД;

$F(\varphi)$– вертикаль жазықтықта нормаланған БД;

$K_ф$–беттердің көбейткіш әлсіреуі әсерін ескеретін қала салу жағдайында көрсететін коэфиценті. (Кф=0,15…0,4; т.к. мұнара биіктігінде орналасқан радиомодульдер Кф = 0,3);

Бастапқы деректерге сәйкес баламалы изотропты-сәулелену қуаты (БИСҚ) параметрлері P және афт белгіленеді.

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot G \cdot ЭМӨ}{R}} \cdot K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi) \qquad (3.3)$$

Электр құраушысы ЭМӨ БК формуласын қойып МТП ЭМӨ өрнегін алуға болады.

$$ППМ = \frac{30 \cdot G \cdot ЭМӨ}{3{,}77 \cdot R^2} \cdot [K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi)\,]^2 \qquad (3.4)$$

$F(\alpha)$=1, ППМ горизонтальды ДН жазықтыққа бөлуі қарастырылады;

$F(\varphi)$=1,ППМ вертикальды ДН жазықтыққа бөлуі қарастырылады;

(ДБП) ППМ ЭМӨ үшін максималды рұқсат етілген деңгейі 10мкВт/см2 берілген диапазонды құрайды, осылайша, қашықтық максимумының артық шегін (3.5) формуламен анықтаймыз :

$$R = \sqrt{\frac{30 \cdot G \cdot ЭМӨ}{3.77 \cdot ППМ}} \cdot K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi) \qquad (3.5)$$

Мұндағы - рұқсат етілген шекті деңгейі ППМ ЭМӨ үшін осы диапазоны (10мкВт/см2). Осы мәндерді қоя отырып , ДН максимумын мен байланыс нүктесін аламыз :

$$R = \sqrt{\frac{80 \cdot 18 \cdot 63,7}{3,77 \cdot 10 \frac{10^{-2}}{10^{-1}}}} \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 25,3м$$

Шектеу аймағының шекарасы құрылыс салу нәтижесінде есептеуі бойынша кластер-базалық станция "Mini Link" бойынша шекті рұқсат етілген деңгейіне (10мкВт/см2) бағытында ДН максимумы R=25,3 құрайды. Сонымен қатар электр өрісі сияқты шамалы зиянды әсерлер магниттік өрісте де байқалады. Оны келесі формула бойынша есептеуге болады :

$$Н = ППМ - Е \qquad (3.6)$$

Берілген мәндерді қойып Н= 2,08 мкА/см^2 табамыз.

Есептеу және құрылымдардың нәтижелерін негізге ала отырып, тұжырым жасаймыз:

-ҚША-ның сыртқы шекарасының 30 метр биіктігі жерден қабылдау-тарату антенналары 25,3 м болады;

-СҚА-да жұмыстарды қабылдау-тарату антенналары жоқ;

Есептеулер нәтижелері қарқындылығы ЭМИ РЖ іргелес қабылдау-таратушы радиомодулін көрсетеді;

-Құрылысты шектеу аймағының максималды ұзындығы 25,3 м құрайды;

-Мұнарада жаңадан орнатылатын конструкция құрылысты шектеу аймағынан түспеуі тиіс ;

-Жобаланатын жұмыс тұрғындармен мен қызмет көрсетуші персоналға ПРТО аймағында қауіп қатерін тигізбейді;

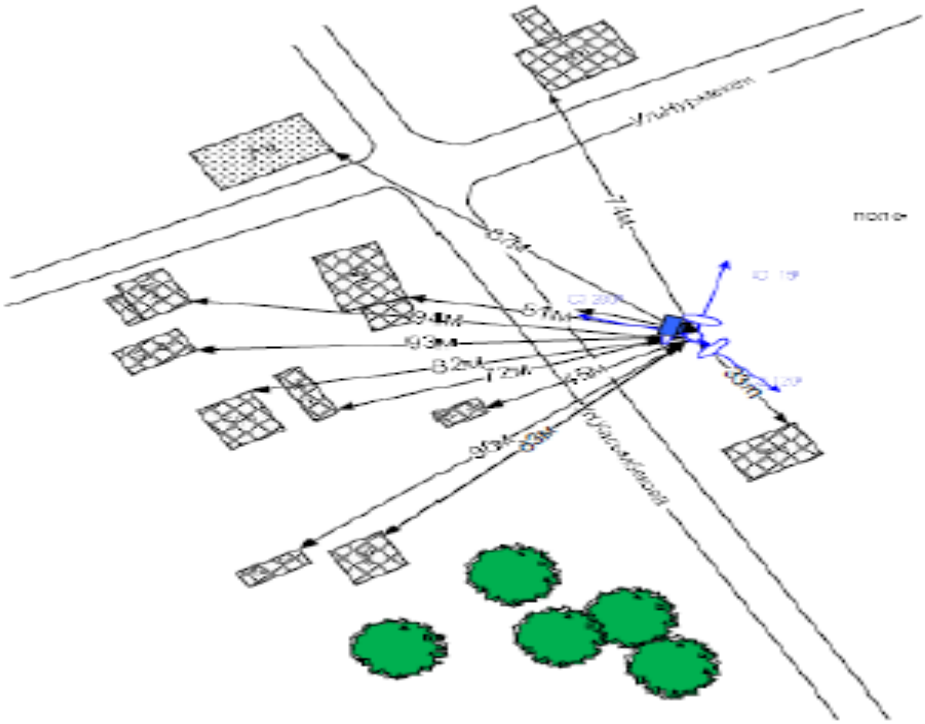
-Антенналарды жөндеу және баптамаларын дұрыстау базалық станциядағы таратушының ажыратылып тұрған кезде ғана рұқсат етіледі. Бұл жобаланып отырған қондырғының қауіпсіз екеніне қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

3.4 Антенна құрылыстарын пайдалану кезіндегі қойылатын қауіпсіздік талаптар

Дипломдық жобада антенналарды 30 метр биіктіктегі діңгекке орнатуды қарастырылған. 3.2 суретте РРС антеннасының құрылыс жобасының мысалы келтірілген:

3.2 Сурет - РРС антеннасының құрылыс жобасы

3.3 суретте РРС антеннас орнатылған аймақтағы жағдай жоспары көрсетілген



3.3 Сурет – Жағдай жоспары

Монтаждауға биіктіктегі жұмыстарға рұқсаты бар қызметкерлер жіберіледі. Жұмыс конструкцияларында қоршауы жоқ және мемлекеттік шекарадан шығатын зоналарда қоршаулар өрмелеушілермен жүзеге асырылады. Дербес өрмелеу жұмыстарына 18 жастан төмен емес, медициналық тексеруден жарамды деп танылған және еңбек өтілі бар,жоғары

өрмелеу жұмыстарын бір жылдан астам және үшіншіден төмен емес тарифтік разряды бар жұмысшылары мен инженерлік-техникалық қызметкерлері жіберіледі.

Өрмелеу жұмыстарына жер бетінен санағанда 5 м биіктіктен асатын, конструкцияға монтаждау және жөндеу жұмыстарын арнайы сақтандырғыш құралдар арқылы жүзеге асыратын жұмыстарды айтамыз.

Қауіпті аймақтарда жұмысты жүргізу кезінде қорғаныс каскасын қолданатын рұқсаты бар қызметкерлер ғана жүзеге асыра алады. Қауіпті аймақ айналасында орнатылған конструкциялар пайдалану және жөндеу кезінде қашықтық орталығының тіректер биіктігінің 1/3 бөлігіне тең.

4.Экономика

4.1Түйіндеме

Бұл бизнес-жоспар таңдалған нұсқамыз Алматы-Астана радиорелелік байланыс желісін өз орындылғын растайды , қызмет көрсету сапасын жақсарту, пайдаланушыларды толық қанағаттандыру,олардың қажеттіліктерін жаңа технологиялар есебінен кеңейту, ұсынылатын қызметтердің желі жұмысының сенімділігін арттыру және желіні пайдалануда шығындарды қысқарту жұмыстарын қамтамасыз етеді.

Цифрлық радиорелелік желінің көмегімен көпарналы ақпарат тарату,телефония,деректер тарату және де жаһандық желі интернет торабына шығуға мүмкіндік береді.

Бұл байланыс түрінің тез өрістетумен қатар антенналараның орнатылу қарапайымдылығы, дүлей апаттар кезінде, төтенше жағдайларда қолданылады.Сонымен қатар сымсыз байланыстың түрлері қатынауы қиын қолжетімді,таулы аудандарда қолданылады. Бұл әсіресе біздің байтақ елдің орналасу жағдайына өзекті болып табылады. Басқа артықшылықтарынан цифрлық радиорелелік байланыс желісі жоғары жіберу жылдамдығына ие, және де өткізу қабілеті жоғары болып келеді (155 мбит/с және де жоғары) .

Жүргізілген есептерге сәйкес берілген шығын өтелу мерзімі 1,3 жылды құрайды. Төменде келтірілген қаржы-экономикалық негіздемені негізге ала отырып жоба қортындысын жасауға болады, бұл жоба экономикалық тиімді және өтумді , сондықтан өтелі мерзімін ескеере отырып, дисконттау деңгейі берілген мерзімнен аспайды : 1,3 жыл < 5 жылдан.

4.2 Кәсіпорын және сала

Жобаны ТОО «Logic S Vision Group» компаниясы жүзеге асырады. Бұл кәсіпорын тапсырыс берушіге жобалаудан құрылысқа дейінгі кешенді обьектінің дайын, коммерциялық қолданысқа берілуін қамтамасыз етеді. Жобалау, салу, және қатты және құрама бетон іргетас жобалар, оның ішінде қондырғылар негізгі және аймақтық экспресс желілерін және сыртқы инженерлік желілері компаниясының және іске асыру мынадай қызмет түрлерін келісімімен өнеркәсіптік құрылымын, жобалау, салу, пайдалану және орындау техникалық қызмет көрсету, дизайн және металл мұнарасы немесе діңгектің типі, жобалау және салу, өндірістік объектілердің, сондай-ақ кешенді салу, орындалуы бас мердігердің негізгі жұмысы.

Жобаны іске асыру телекоммуникациялық нарығын кеңейту және ұстап қалуына,абоненттік базаны ұлғайту, қоғамдық табысқа және телекоммуникация қызметтері жоқ аудандарда телекоммуникация желілеріне қолданыстағы және болжамды сұраныстың қанағаттандыруына әкеледі.

РРЖ жобалау қажеттілігі жергілікті АТС-ның сыйымдылығы жетіспеушілігі нәтижесінде қызметтерді халыққа қалыптастыру және кеңейту мақсатында пайда болды.

4.3 Қызмет сипаттамасы

Радиорелейлік технологиялық байланысты қолдану облысы:

- DSL сымды желісіне болмауы техникалық қосылу мүмкіндіктерінің болмауы;
- Абоненттік желінің техникалық параметрлерінің сәйкес келмеуі (қосарланған телефон, алыс арақашықтық , шулы желісі, әуе желісі, қолдану аппаратурасын РСМ тығыздау және т. б.)
- Сымды желі бойынша қосылудың экономикалық орынсыздығы:
- Ықтимал абоненттерді сымды желіге қосылмай жатып жылдам басып алуы ;
- Жоғары жылдамдықта деректерді жіберуді қамтамасыз ету (100 Mbps) ;
- Қамту зонасында орналасқан қала аймағындағы елдімекендерді телефондандыру мүмкіндігі ;
- Алматы-Астана арасындағы радиорелелік байланыс желісі магистраль аумағындағы 22 елдімекенді байланыспен қамтамасыз ету үшін арналған. Магистраль бойында орналасқан елдімекендердің тұрғындарының жалпы саны 726000 адам.

4.4 Қаражат жоспары

4.1 Кесте - Жабдықтарды сатып алуға кеткен шығын мөлшерін есептеу

Аталуы	Түрі	Бағасы KZT
РРС қондырғысы-24 дана	Жабдық	17850500
Пассивті қондырғы	Жабдық	875000
Электрқондырғылары	Жабдық	400000
СРЕ тұтынушы РРЛ қондырғылары(150 порт)	Жабдық	19783500
Интеграциялауға рұқсаты бар қондырғы IAD (15 дана)	Жабдық	10585750
ЦРРЛ қондырғысы(24 дана)	Жабдық	12379750
ЗИП	Жабдық	494550
Маршуртизатор (24 дана)	Жабдық	3600000
$К_о$ жалпы шығын	Жабдық	65969050

Жалпы капиталдық шығын , $К_є$:

$$К_є = К_о + К_м + К_{тр} + К_{пр} \quad (4.1)$$

мұнда,$К_о$- жабдықтарды сатып алу шығыны;

$К_м$-монтажға жұмсалатын шығын;

$К_{тр}$-көлік шығыны;

$К_{пр}$-жобалау шығыны.

Көлік шығыны , жабдықтар шығынының 3%-ын құрайды :

$$К_{тр}=0,03\cdot К_о=0,03\cdot 65969050 =1979070 \text{ тенге} \quad (4.2)$$

Монтаждау жұмыстырын , іске қосу жұмыстарын АО «Қазақтелеком» инженер монтаждаушыларымен жүзеге асырылады, жұмсалатын шығын мөлшері жабдық бағасының 1%-ын құрайды:

$$К_м=0,01\cdot К_о=0,01\cdot 65969050=659690 \text{ тенге} \quad (4.3)$$

Жобалау шығыны жабдықтар бағасының 0,5 %-ын құрайды:

$$К_{пр}=0,005\cdot 65969050=329845 \text{ тенге} \quad (4.4)$$

Жобалауға кеткен капиталдық шығынның жалпы мөлшері :

$$К_є=65969050+1979070+659690+329845=68937655 \text{ тенге} \quad (4.5)$$

4.5Пайдалану шығындары

Пайдалануға кететін шығын мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$\sum Э=ФОТ+С_с+М+Э+А+К+Н \quad (4.6)$$

Мұндағы ФОТ – еңбек ақы қоры (негізгі және қосымша еңбекақы);

$О_С$ - әлеуметтік салық;

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

Э – электр энергиясы шығыны;

А – амортизациялық аударма;

К – кредиттер;

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

4.3 Кесте - Жұмысшылардың айлық көрсеткіші

Лауазымдардың атауы	Айлығы , тг	Адам саны	Айлық соммасы , тг	Зейнетақы салымдары, а/к-нің 10%-ы
Бас инженер	150000	1	150000	15000
Желіге қызмет көрсететін инженер	110000	2	220000	22000
Электромеханик	90000	2	180000	18000
Антенналарға қызмет көрсететін инженер	85000	2	170000	17000
Қорытынды (ФЗП)		7	8640000	864000

Осы жобаның штатында 1 бас инженер ,2 желіге қызмет көрсететін инженер , 2 электромеханик , 2 антенналарға қызмет көрсететін инженер жұмыс істейді. Жұмысшылардың жалпы саны 7. (4.3 кестеге қараңыз)

Жалақы бойынша шығындар келесі формула бойынша есептеледі:

$$ФОТ=З_{нег}+З_{қос} \quad (4.7)$$

Мұнда $З_{нег}$-негізігі айлық ақысы;

$З_{қос}$-қосалқы айлық ақысы.

Негізгі айлық ақысы 1 жылға :

$З_{нег}$=8640000

Қосалқы еңбек ақысы негізгі еңбек ақының 10 %-ын құрайды:

$$З_{қос}= З_{нег} \cdot 0,1 \quad (4.8)$$

$З_{қос}$=8640000· 0,1=864000 теңге

Еңбекақы қорының жалпы фонды бір жылға :

ФОТ=8640000+864000=9504000 теңгені құрайды.

4.6 Әлеуметтік салық бойынша шығындарды есептеу

ҚР Салық кодексінің 317-бабына сәйкес әлеуметтік салық арнайы тор көлеміне есептелінетін кіріске байланысты аударылды. Мөлшерлемесі 11% - ды құрайды және мына формула бойынша есептеледі:

$$О_с=0,11\cdot (ФОТ-ПО) \qquad (4.9)$$

Мұнда ПО-зейнетақы аударымдары;
ФОТ-еңбекақы төлем фонды;
0,11-әлеуметтік қажеттілік мөлшерлемесі.

Зейнетақы аударымдары ФОТ-тың 10%-ын құрайды

$$ПО=0,1\cdot 8640000=864000 \text{ тенге}$$

Онда әлеуметтік салық мөлешрі мынаған тең болады

$$O_c=0,11\cdot(8640000-864000)=855360 \text{ тенге}$$

Амортизациялық аударманың мөлшерін (А) есептеу

Амортизациялық аударманың байланыс саласы бойынша нормасы 25% - ға дейін.

Амортизация келесі формуламен анықталады:

$$А_о=Н_А\cdot\sum К \qquad (4.10)$$

Мұндағы $Н_А$ –амортизация нормасы;
$\sum К$-қондырғының бағасы НДС-ті есепке алмағандағы+ монтаждау мен көліктік шығынға кеткен шығын мөлшері.

Осыдан амортизациялық аударманың мөлшері:

$$А_о=Н_А\cdot\sum К=0,25\cdot 68937655=17234415 \text{ теңге}$$

Электр энергиясы шығынын есептеу

Электр энергиясының өндірістік қажеттіліктері үшін жылдық шығыны , электр энергиясының құрал-жабдықтары мен қосымша қажеттіліктерін де қамтиды:

$$Э=З_{эл.обор}+З_{доп.нуж} \qquad (4.11)$$

М
ұндағы $З_{эл.обор}$-қондырғыға жұмсалатын электр энергиясының шығыны;
$З_{доп.нуж}$-қосымша қажеттіліктерге жұмсалатын шығын.

Қондырғыға жұмсалатын электр энергиясының шығыны мына формуламен есептелінеді:

$$З_{эл.обор}=W\cdot T\cdot S\cdot 24\cdot 12 \qquad (4.12)$$

мұндағы W-пайдаланған электр қуат мөлшері;

W=16,8 кВт;

Т=жұмыс уақыты 24 сағат;

S – тариф, 1 кВт/сағ=12,02тг тең;

365– жылдағы күн саны;

$$З_{эл.обор}=16,8\cdot 12,02\cdot 24\cdot 365=1180289 \text{ теңге}$$

Қосымша қажеттіліктерге шығындар құрал-жабдықтар шығындарының 5% - ын құрайды, мына формула бойынша есептеледі:

$$З_{доп.нуж}=0,05\cdot З_{эл.обор} \qquad (4.13)$$

мұндағы $З_{эл.обор}$-қондырғыға жұмсалатын электр энергиясының шығыны

Қосымша қажеттіліктерге жұмсалатын шығын:

$$З_{доп.нуж}=0,05\cdot 1180289=59018 \text{ теңге}$$

Онда электр энергиясының жиынтық шығындары мынаған тең болады:

$$Э=1180289+59018=1239307 \text{ тенге}$$

Үстеме шығындарды есептеу

Үстеме шығыстар барлық шығындардың 60 %-ын құрайды және мына формула бойынша есептеледі:

$$Н = 0,6\cdot(ФОТ + О_с + А + Э)= 0,6\cdot (9504000+855360+17234415+1239307)=17299850 \text{ тенге} \qquad (4.14)$$

Материалдарға жасалған шығындар:

Э=9504000+855360+17234415+1239307+250000+17299850=46382932 тг

Жобадан келетін табысты есептеу

Толық жүйені енгізу барсында алынатын нақты табысты анықтау мынадай формула бойынша есептеледі:

$$Д_{реал}=Д_п+Д_{пд}+Д_т \qquad (4.15)$$

4.3 Кесте-Техникалық, жобаны іске асыру кезінде пайдаланылған материалдар төменде келтірілген.

Аталуы	Саны	Бағасы	Соммасы , тенге
БС шкафы	2	50000	100000
UTP 5 кабелі	400м	50	20000
ВОЛС кабелі	200 м	200	40000
Басқа материалдар	-	-	90000
Қорытынды бағасы	-	-	250000

Жобаның жылдық эксплуатациялық шығындар нәтижелерін есептеу 4.4-кестеде

4.4 Кесте - Жылдық эксплуатациялық шығындар

Көрсеткіш	Сомма ,тенге
ФОТ	9504000
Әлеуметтік қажеттіліктер аударымдары	855360
Амортизациялық аударымдар	17234415
Электр энергиясының шығыны	1239307
Материалдар шығыны	250000
Үстеме шығын	17299850
Қорытынды	46382932

Мұнда,$Д_п$-абоненттерді қосудан келетін жылдық табыс;

$Д_{пд}$-деректерді жіберуден түсетін абоненттік төлемнің жылдық табысы;

$Д_т$-телефониядан түсетін жылдық табыс;

Абоненттерді қосудан түсетін жылдық табыс:

$$Д_{по}=(Т_п \cdot 12) \cdot N \qquad (4.16)$$

Мұнда,$Т_п$-қосылу тарифі;

N-жаңа абоненттер саны ;

ДЖ басым трафик қызметі бойынша табысты есептеу (кіру / шығу):

$$Д_{пд}=(Т_{пдср} \cdot 11 \cdot 12) \cdot N \qquad (4.17)$$

Мұнда,N-жаңа абоненттер саны ;

$Т_{пдср}$-абонентке бір айға шаққандағы орташа трафик көлемі 4000 мб құрайды 1 мб құны 11 тг тең.

Телефония қызметінен түсетін жылдық табыс мына формуламен есептелінеді :

$$Д_т = N_T \cdot T_{Tср} \cdot 25 \cdot 12 \quad (4.18)$$

Мұнда,N_T-телефония қызметін пайдаланатын абоненттер саны;

$T_{Tср}$-абоненттің ортаща сөйлесу ұзақтығы 90 мин құрайды. 1 минут тариф құны 25 тенге

Жобаны жүзеге асыру барысында түсетін табыс есептеулері 4.5 кестеде келтірілген:

4.5 Кесте – Табыс есептеулері

Көрсеткіш аталуы	1	2	3
Жаңа абоненттер саны	400	560	780
Қосылу үшін жүргізілетін төлем	30200	30200	30200
Абоненттерді қосудан түскен табыс,тенге	12080000	16912000	23556000
ДЖ қызметін пайдаланатын абоненттер саны	60	130	200
Трафиктің орташа көрсеткіші,Мб	9800	9800	9800
ДЖ қызметінен түскен табыс	70560000	152880000	235200000
Телефония пайдаланушы аб.саны	250	340	500
Орташа сөйлесу ұзақтығы ХБ/ҚБ	90	90	90
IP телефониядан түсетін табыс	6750000	9180000	13500000
Қызметтерден түсетін жылдық табыс	89390000	178972000	272256000

Жобаны жүзеге асыру негізінде тиімділігін бағалау мынадай көрсеткіштер негізінде жүргізіледі:

Таза табыс;

Таза әкелінген табыс;

Дисконттаусыз өтелу мерзімі;

Дисконттауды есепке алғандағы өтелу мерзімі;

Өзін-өзі ақтау мерзімін анықтау үшін, кәсіпорынның табысына салық салудан кейінгі таза кірісті есептеу қажет.

4.6 – кесте. Табыс көрсеткіштері

Көрсеткіш аталуы	1	2	3
Жобаны жүзеге асырудан түскен табыс	89390000	178972000	272256000
Эксплутация шығындары	46382932	46382932	46382932
Кәсіпорынның таза табысы	43007068	132589068	225873068
Салық салынғаннан кейінгі таза табыс	34405655	106071254	180698454

Амортизациялық аудармалар	17234415	17234415	17234415
Таза табыс (Салық+А кейін)	51640070	123305669	197932869
Капиталдық салым	68937655	0	0
Таза аударымдар	-17297585	123305669	197932869

Кәсіпорынның таза табыс мына формуламен анықталады:

$$D_{чист}=D-\sum Э \qquad (4.19)$$

Мұнда,D – қызметті енгізу кезіндегі түсетін жылдық нақты табыс;

$\sum Э$-эксплутация шығындары

$D_{чист}$=89390000-46382932=43007068 тенге

Бюджетке түсетін салық сомасы кәсіпорынның таза табысның 20% - ын құрайды.

$$D_{чист.н}=0,8 \cdot D_{чист} \qquad (4.20)$$

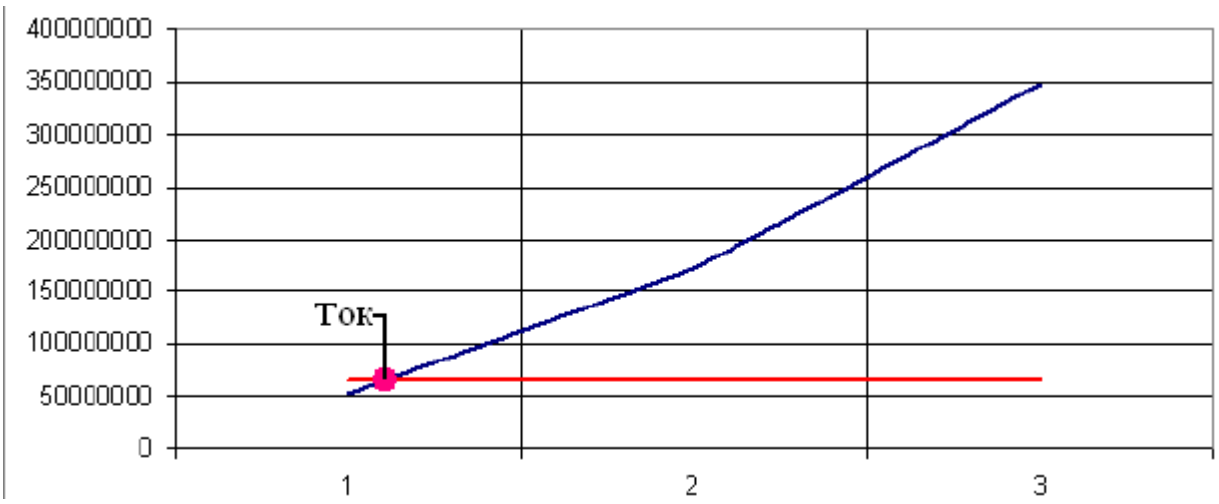
Мұнда,$D_{чист}$- кәсіпорынның таза табысы;

Сонда салық салынғаннан кейінгі таза табыс құрайды:

$$D_{чист.н}=0,8 \cdot 43007068=34405655 \text{ тенге}$$

Қалған жылдардың түскен табысын есептеп 4.6 кестеге енгіземіз.

Есептеу көрсетіп отырғандай, оператордың кірістері желіге қосылған клиенттер санының аз-көптігіне байланысты. 1,2 жылдан кейін кәсіпорын өзін-өзі толықтай ақтай бастайды, бәлкім, түсетін ақша қаражаттарының есебінен байланыс желісін одан әрі дамытуға және қызметке қосылатын абоненттердің санын дереу арттыруға мүмкіндік береді,ал ол кәсіпорынның кірістерін айтарлықтай деңгейде ұлғайтуға өз әсерін тигізеді. Сонымен қатар, бұдан әрі абоненттер санын көбейту және қосымша базалық станция орнатудан басқа, сол кезеңде байланыс желісін жаңғырту жұмыстары болжануда.



4.1 Сурет – Дисконнтауды есепке алмағандағы өтелу мерзімі

Техникалық-экономикалық тиімділігінің көрсеткіштерін есептеу мына формулалар бойынша есептеледі:

$$Е_п = \frac{ЧД+А}{К} = \frac{34405655+17234415}{68937655} = 0,749$$

мұнда ЧД-таза табыс, 34405655 тг;

А-амортизациялық аударымдар, 17234415 тг;

К-капиталдық салымдар, 68937655 тг;

Онда жобаның өтелу мерзімі $Т_{оп}=1/Е_п=1/0,749=1,335$ жыл

4.1 суреттегі графиктен қаражатты өтеу мерзімін $Т_{ок}$ жобаға дисконттаусыз салымдарсыз,жобаны өзін өзі өтеу мерзімі 1,33 жылға тең болды. График кестедегі берілген мәліметке сәйкес салынды.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада Алматы-Астана аралығындағы байланыс желісін цифрлық радиорелелік байланыс желісі арқылы ұйымдастыру қарастырылды.

Радиорелелік байланыс желісін ұйымдастыру принциптері,осы желінің құрудың әдістері,және де радиорелелік қондырғылар мен станциялардың түрлері және параметрлері қарастырылды.Радиорелелік станцияларды орналастыруда және де интервалдарын түрін таңдау мақсатынды интервалдардың классификациясы көрсетілді.

Алматы-Балқаш-Қарағанды-Астана трассасы үшін станциялардың орнын таңдау және қажетті құрылғыны таңдау жұмыстары жүргізілді.

Есептеу бөлімінде трассаның екі пролетінің есептеулері орындалды.Атап айтқанда Delphi программасы көмегімен Френельдің минималды радиусы есептеліпі, ал Prof edit 4.0 программасының көмегімен жер бедерін ескере отырып байланыс жеслісі өтетін пролет профилінің сұлбалары салынды.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде дипломдық жобамда адам ағзасын радиосәулелерден,электромагниттік сәулеленуден қорғану шаралары,сондай ақ антенна құрылстарын пайдалану кезінде қойылатын қауіпсіздік талаптарын қарастырдым.

Бизнес жоспар бөлімінде қаржы жоспарын есептедім,Алматы-Астана арасындағы радиорелелік байланыстың енгізуінің пайдалы екендігі дәлелденді.Есептеу бойынша жобаға кеткен қаражаттың өзін өзі өтеу мерзімі 1,33 жылды құрады,ал ол байланыс желісінің жобасының экономикалық жағынан тиімділігін көрсетеді.

Бұл байлананыс желісін енгізу артықшылықтары:

- енгізу,өрістету,эксплутация жұмыстарының тездігі және қарапайым-дылығы;
- экономикалық тиімділігі,эксплутация шығынының аздығы;
- қолданыстағы нысандарды, инфрақұрылымды пайдалану мүмкіндігі;
- сымсыз байланыс желісін бірнеше топологияда орнату(сақина,жұлдызша,нүкте-нүкте,тораптық т.б);
- сымды байланыс жүйесінен қалыспайтын өткізу қабілеті мен деректерді жіберу жылдамдығының жоғарылығы;
- бөлінген диапазондағы бөгетке тұрақтылығының жоғары болуы;
- өзін-өзі тез өтейді.

Әдебиеттер тізімі

1 Евсенко Г.Н Цифровые системы передачи: Учебное пособие. –Ростов-на-Дону: 2009. – 98 б.

2 Винсент В.Р. и др. Анализ экспериментальных данных о метеорном распространении при рассеянии вперед. Сб. Метеорная радиосвязь на УКВ. М. ИЛ., 1961, с.175 б.

3 Мордухович Л.Н , Степанов А.Н Системы радиосвязи. Курсовое проектирование:Учеб.пособие для вузов. – М:Радио и связь,2005.-181б.

4 Проектирование радиорелейных линий прямой видимости:Ингвар Хенне,Пьер Тордальдсен – Берген : Nera Telecommunications,2002 ж. 152 б.

5 Система сигнализации ОКС №3 – М:Радио и связь.2004 ж. 365 б.

6 Методика расчета аналоговых и цифровых РРЛ прямой видимости,Москва,2008 ж.,243 б.

7 «Вестник связи», №8, 2001а ,2011.-382 б.

8 А.И. Раков «Надежность РРС связи», «Связь», М., 1971

9 Марков В.В «Малоканальные РРЛ связи», «Сов. Радио», М., 1963.

10 Каменский,Н.Н.,А.М.Модель «Справочник по радиорелейной связи»,1981 ж.

11 http://www.htbook.ru

12 celnet.ru/rrl

13 dic.academic.ru

14 winncom.kz

15 extusur.net

16 sernam.ru

17 www.google.com/earth

18 www.drrl.com

19 Дюсебаев М.К., Хакімжанов Т.Е. , Абдимұратов Ж.С.Еңбекті қорғау. және тіршілік қауіпсіздігі.-Алматы, 2013

20Мананбаева С.Е.,Бегімбетова А.С. Еңбек қорғау.Есептік-сызба жұмысына арналған әдістемелік құрал.-Алматы-2013.

21Базылов Қ.Б., Алибаева С.А., Нурмагамбетова С.С. Бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. 050719 Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығының барлықоқу түрінің студенттеріне арналған. – Алматы: АЭжБИ, 2009.

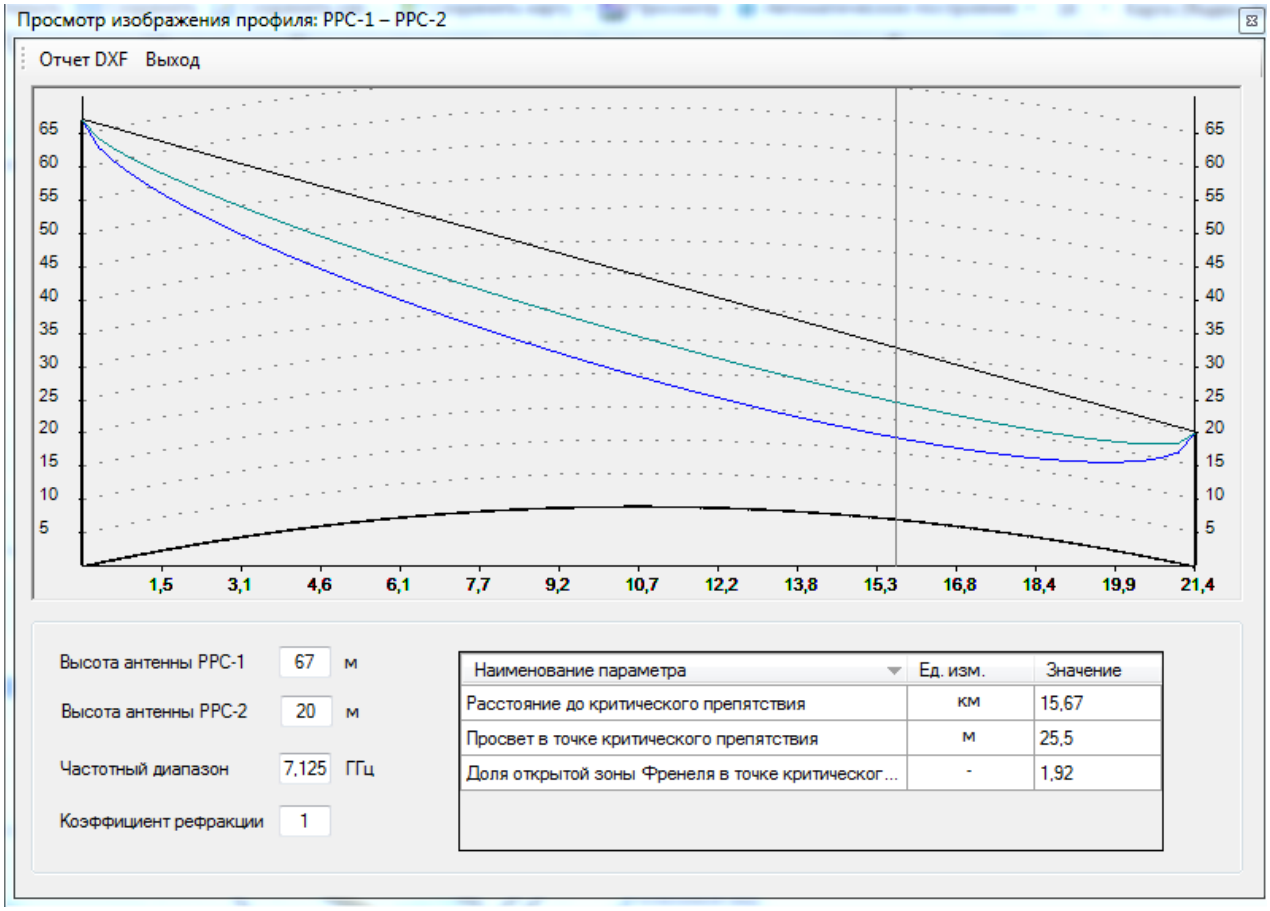
А Қосымшасы
Delphi бағдарламасының листингі

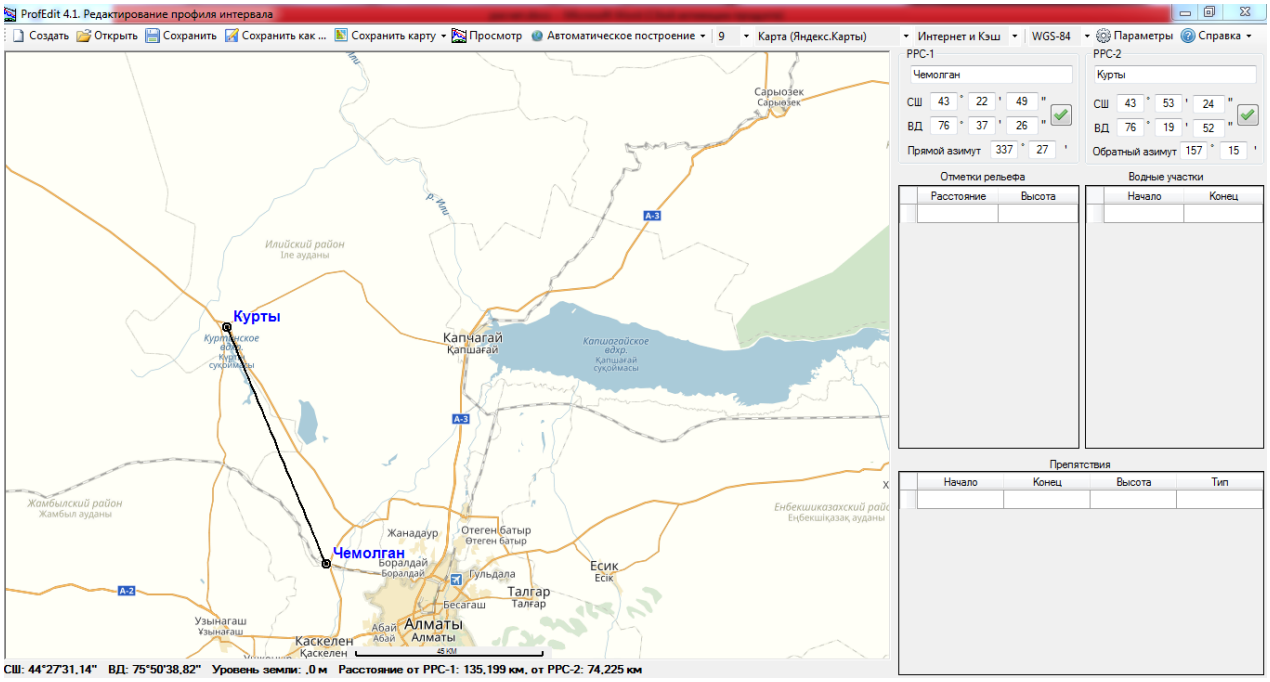
```
unit Frenel`din minimaldy radiusy ;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;
type
  TForm1 = class(TForm)
   Label2: TLabel;
   Edit1: TEdit;
   Label3: TLabel;
   Edit2: TEdit;
   RadioGroup1: TRadioGroup;
   Button1: TButton;
   RadioButton1: TRadioButton;
   RadioButton2: TRadioButton;
   Label4: TLabel;
   Label1: TLabel;
   procedure Button1Click(Sender: TObject);
   procedure RadioButton1Click(Sender: TObject);
   procedure RadioButton2Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
Public
{ Public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;
implementation
{$Ho *.dfm}
// щелчок на кнопке Расчитать
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
Ro,lambda: real; //
k: real;     //
begin
// получить исходные данные
Ro := StrToFloat(Edit1.Text);
lambda := StrToFloat(Edit2.Text);
if (Ro = 0) and (lambda = 0) then
begin
```

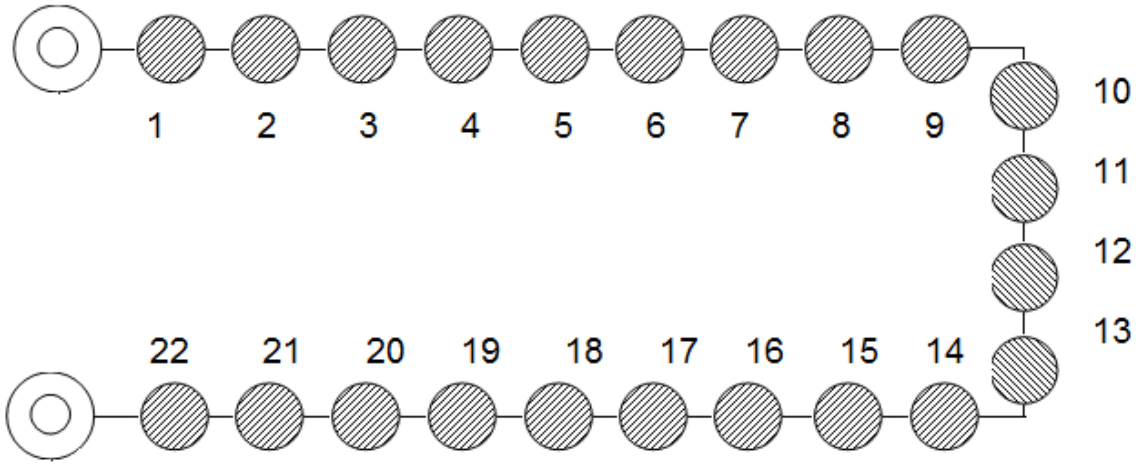
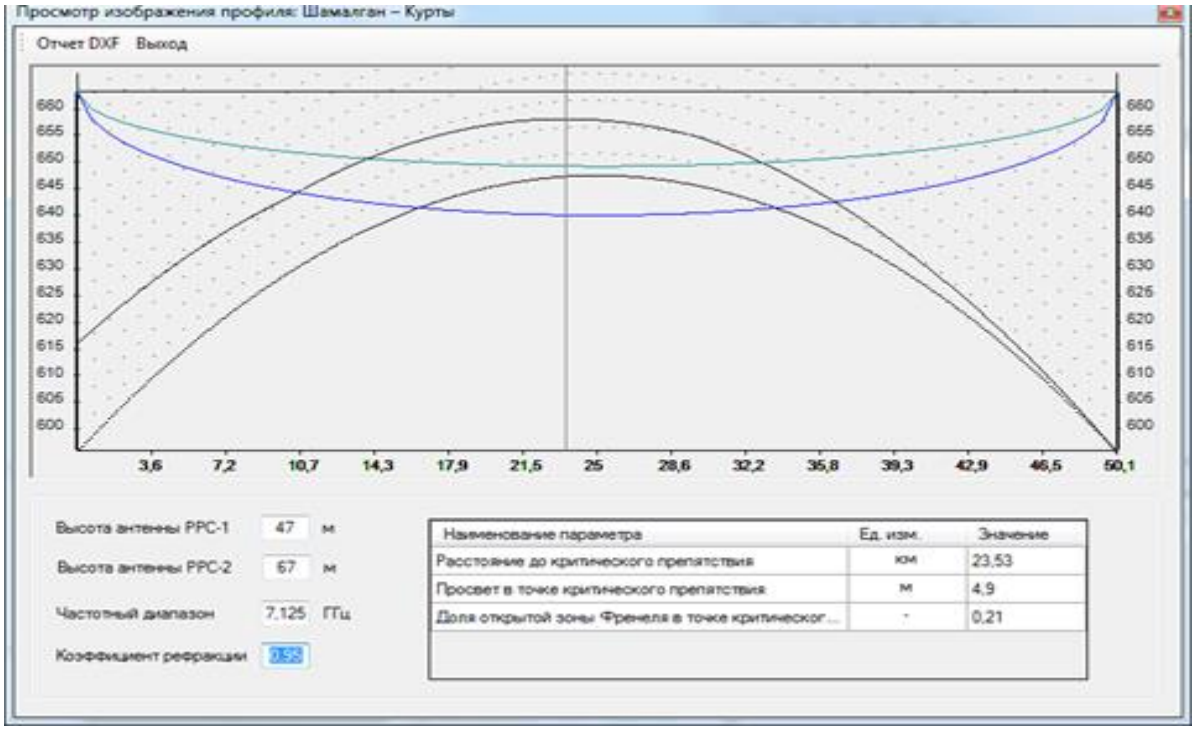
```
ShowMessage('Определить минимальную зону Френеля');
exit;
end;
```

Ә қосымшасы
Profedit бағдарламасымен салынған профиль үлгілері





ОКС Алматы



ОКС Астана