ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Есік – Шелек мекендерініңсарасындағы ақпарат жіберу және телемеханиканы ұйымдастыру мен кеңейту
5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**
Орындаған: Манатов Данияр Еркінұлы СТКк-12-02
(аты - жөні) (тобы)
Жетекші т.ғ.к., доцент Жұнусов С.М.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:
Экономикалық бөлім бойынша:
э.ғ.к. профессор Б. Бавылов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «19» 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
б.ғ.к., аға оқытушы Мустафин К.Т.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «20» 05 2016 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
Аширбаева С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «24» 05 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: Аширбаева С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: Каштаев А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Манатов Даниярг Еркінұлы СТКк 12-02
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Есік – Шелек мекендерінің арасындағы ақпарат жіберу және телемеханиканы ұйымдастыру мен кеңейту

ректордың «19» қазан 2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «31» 05 2016 ж.

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

l = 58,4 км
U = 110 кВ
f = 1000 Гц
P_1 = 42 дБм
P_5 = 4 дБ
$f_{макс}$ = 480 кГц
f_1 = 600 кГц

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

Кіріспе
1. Әуе желісі бойынша ЖЖЖ байланыс арнасын ұйымдастыру
2. ЖЖЖ трактының параметрлерін өлшеу
3. ЖЖЖ құрылғыларының түрлері
4. Техникалық есептеу бөлімі
5. Өмір тіршілік қауіпсіздігі
6. ЖЖЖ – жиілікті байланыстың экономикалық ұтымайлығын бағалау
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

Байланыс арнасының құрылымы
ЖЖС торабының термполюстінің сұлбасы
В фразасының фазаішілік қосылуы
Әуе желісі бойынша 110 кВ бойынша ЖЖС торап сипаттамаларының жүйелік сипаттамалар
110 кВ АКЖС бойынша өлшеудің жүйелік сипаттамасы
ЖЖС арналарының NSD600 - бен конфигурациясы
Жоғары жиілікті терминал
РВС-9 әлбебап ЖЖС терминалының радиожиілікті жоспары
Мультимодем - 100/2400 модификациялары
ЖЖС кабельдерінің километриялық өлшеуінің нүктік тәуелділігі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Шкарин Ю.П. Неотабильность затухаций ВЧ трактов линий электропередачи. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып. 10. – М.: Энергия, 1970.
Шкарин Ю.П. К расчету входного сопротивления подстанции 35–500 кВ. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах. Вып. 2. – М.: Энергия, 1963.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов Б.	17.4 – 19.5.16	
Өмір тіршілігі	Мустафин Р.Т.	17.4 – 19.5.16	
Есептеу техникасы	Аширбаева С.М.	17.4 – 19.5.16	
Тех. бөлім	Жунусов С.М.	10.12.15 – 31.05.16	
Мәшінер бақылаушы	Аширбаева С.М.	17.5 – 31.5.16	

дипломжобасындайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Жүк жүйесі бойынша ЖСЖ байланыс	10.12.15 –	Орындалды
	сұлбасын ұйымдастыру	21.12.15	
1.1	Электр берілісі жүйесінің	21.12.15 –	Орындалды
	конструктивтік өлшемдері	4.01.16	
1.2	Байланыс арналарын құрылымы	5.01.16 – 15.01.16	Орындалды
1.3	ЖЕЖС бойынша ЖСЖ байланыстың	16.01.16 –	Орындалды
	өлшемдері	30.01.16	
1.4	ЖСЖ байланыс арналарының	31.01.16 –	Орындалды
	сипаттамалары	18.02.16	
2	ЖСЖ тарабының параметрлерін	19.02.16 –	Орындалды
	өлшеу	29.02.16	
2.1	ЖСЖ тарабы және параметрлері	1.03.16 –	Орындалды
	туралы мәлімет мәліметтері	12.03.16	
2.2	Шағылған толқындардың әсері	13.03.16 – 24.03.16	Орындалды
2.3	БЖ-нің параметрлері	25.03.16 –	Орындалды
	жалдаудың әсері	6.04.16	
2.4	Уақытқа жалпау мен	7.04.16 –	Орындалды
	оны бойынша тексеру	17.04.16	
3	ЖСЖ құрылғыларының мәліметі	18.04.16 – 25.04.16	Орындалды
3.1	ССТМ «СЕ5100» құрылғысы	26.04.16 – 8.05.16	Орындалды
4	Техникалық есептеу бөлімі	9.05.16 – 15.05.16	Орындалды
4.1	Шығынды есептеу мен оны	15.05.16 – 18.05.16	Орындалды
	бойынша тексеру		
5	Өмір тіршілігі қауіпсіздігі	19.05.16 – 23.05.16	Орындалды
6	ЖЖЖ-байланыстың экономикалық	24.05.16 – 25.05.16	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «10» желтоқсан 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к., доцент Жунусов С.М.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
Қабылдаған студент _____ Манатов Дауыр
(қолы) (аты-жөні)

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобада Есік – Шелек мекендерінің арасындағы жоғары жиілік байланысын құру мен ұйымдастырулуы қарастырылады. Мұның қажеттілігі бұл байланыстың түрінің кең және ауқымды түрде қолдану энергокомпанияның, біздің жағдайымызда «АЖК», шығындарын азайтуға мүмкіндік беруімен негізделеді. Бұл бағыттағы технологиялар дами түсе сайын, ұлттық провайдерден тәуелсіз болуға жол ашады. Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде, ЖЖ саласының экономикалық бағасы жасалынған, өзін - өзі ақтау мерзімдерін бағалау іске асырылды. Сонымен қатар, тіршілік қауіпсіздігі мәселелері де қарастырылған.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассматривается организация и расширение высокочастотной связи между пунктами Есик – Шелек. Актуальность его объясняется тем что создание и поддержка полной функциальности данного вида связи поможет существенно снизить расходы энергокомпании, в данном случае «АЖК». Технологии данного направления развиваются и в будущем это поможет быть более независимыми от национального провайдера. В экономической части дипломного проекта произведена экономическая оценка инвестиций в данной отрасли. А также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

Abstract

In this project examines the organization and expansion of high – frequency connection between the points os Issyk – Shelek. Can attributed to its relevance, so that creation and support of the full functionality of this type of communication will help to significantly reduce the power company charges. Technologies are developing this area and in the future it will be more independent from the national provider. In the economic part of the diploma project it made economic assessment of investment in the industry. And also consider health and safety.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Әуе желісі бойынша ЖЖ байланыс арнасын ұйымдастыру 8
1.1 Электр берілісі желісінің конструктивтік ерекшеліктері 8
1.2 Байланыс арнасының құрылымы 10
1.3 ЖВЖ бойынша ЖЖ байланыстың ерекшеліктері 11
1.4 ЖЖ байланыс арналарының сипаттамалары 12
1.5 Кедергілер мен желілік бәсеңсулер деңгейлері 15
1.6 Дипломдық жобаның мақсаты 20
2 ЖЖ торабының параметрлерін өлшеу 20
2.1 ЖЖ торабы және параметрлері туралы жалпы түсініктер 20
2.2 Шағылған толқындардың әсері 23
2.3 ӘЖ-нің және жоғары вольтты құрылғының коммутациялық жағдайының әсері 26
2.4 Ауа температурасының әсері 27
2.5 Өлшеу жүргізудің тәсілдері 27
3 ЖЖ құрылғыларының түрлері 28
3.1 ССТМ «ES100» құрылғысы 28
3.2 Әуе желісі бойынша ЖЖ байланыс арнасын ұйымдастыру 31
3.3 ETL600 – сенімді және қауіпсіз шешім 38
3.4 PGC-9 46
3.5 ЦВК – 16 50
4 Техникалық есептеу бөлімі 54
4.1 Жиілікті есептеу мен өшу бойынша тексеру 54
4.2 Жоғарғы және төменгі жиілік Г-тәрізді сүзгіні есептеу 65
4.3 Wintrakt программасымен өшуді тексеру 68
5 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 71
5.1 Жобаның сипаттамасы 71
5.2 Жобаның қауіпсіздігі 74
5.3 Төмендеткіш қосалқы станцияны найзағайдан қорғау 79
6 ЖЖ – жиілікті байланыстың экономикалық оңтайлығын бағалау 80
6.1 Технико-экономикалық бағалау. Бизнес-жоспар 80
6.2 Капиталды шығынды есептеу 80
6.3 Эксплуатациялық шығынды есептеу 81
6.4 Экономикалық оңтайлығын есептеу 84
Қорытынды 88
Әдебиеттер тізімі 89
А қосымшасы Mathcad бағдарламасында есептеу жүргізу 91
Б қосымшасы Есік – Шелек ЖЖ торабының сұлбасы 92
В қосымшасы ДЖ электронды нұсқасы және көрсетуге арналған бейнематериалдар (CD-R)
Г қосымшасы Үлестірмелі материалдар (А4 пішіні – 10 бет)
Д қосымшасы Антиплагиат туралы анықтама

Кіріспе

Қазіргі заманның кез-келген мемлекетінің экономикасының негізі болып электротаратудың сенімділігі мен тиімділігі болып табылады. Ол үшін күрделі энергетикалық жүйелер құрылады. Мұндай күрделі жүйелердің жұмыс сенімділігі мен басқаруын қазіргі заманға сай техникалық құрылымдар қолданылады. Иерархияның бір деңгейінің ішіндегі немесе әртүрлі деңгейлерінің арасындағы энергожүйе бөліктерінің (энергостанциялар, шағын станциялар, басқару орталығы және т.б.) арасындағы ақпараттық байланыстың сенімділігі қалыпты нормаланған жұмыс үшін өте маңызды.

Электр желісі жоғары вольтті электртарату желілерінен тұрады. Энергожүйенің барлық объектілері ЖВЖ – мен қосылған. Сол себептен сонау 1925 жылы электр желілерін телекоммуникация үшін қолдану шешілген. Уақыт өте келе технологиялар дамып, бұл сала да дами түсті.

ЖВЖ бойынша ақпарат жіберу қысқаша ЖЖ байланыс деген атқа ие болды. ЖЖ байланыс телекоммуникация саласында басымдылығы болмағанымен, энергокомпанияларда басқалармен қатар қолданылады.

1 Әуе желісі бойынша ЖЖ байланыс арнасын ұйымдастыру

1.1 Электр берілісі желісінің конструктивтік ерекшеліктері

Әуедегі электр берілісі желісі оқшаулағыштардың көмегімен тіректерге асылған сымдар жүйесі болып келеді. ЖВЖ сымдарының бір бөлігі бойынша өнеркәсіптік жиіліктегі электр қуатын жіберу жүргізіледі. Бұл сымдар фазалық сымдар немесе фазалар деп аталады, өйткені олардың әрқайсысы өнеркәсіптік жиіліктегі токтарды берудің үш фазалы жүйесінің фазаларының біріне бекітілген. Фазалық сымдардан өзге. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары ЖВЖонымен қатар фазалық сымдарды найзағайлар кезінде жай түсуден қорғауға арналған сым арқандар да бар. Сым арқандар фазалық сымдардың үстінен керілген болат немесе болат-алюминий сымдар болып келеді. Сым арқандар тіректердің ұштарына орнатылған арнайы сым арқан тіректеріне бекітіледі. Кернеуі 110 кВ төмен электр берілісі желілері сым арқандарсыз орындалады.

ЭБЖ келесі негізгі белгілері бойынша ажыратады:

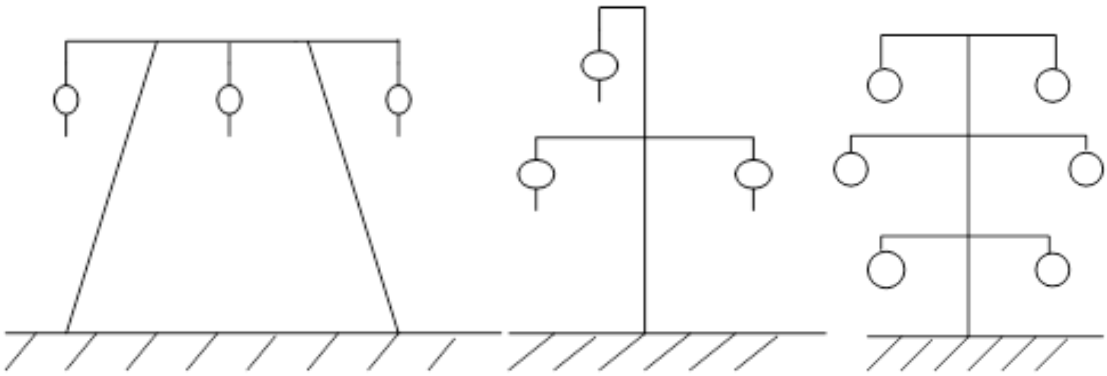
Желілік кернеу санаттары бойынша. Желілік кернеуі 110 кВ және одан төмен желілер кернеудің төменгі санаттарының желілері деп, 220 – 500 кВ желілер кернеудің жоғары санаттарының желілері категориясына, ал 750 – 1150 кВ желілер - аса жоғары кернеу желілерінің категориясына жатады.

Пайдаланылуы бойынша. ЭБЖ магистральдық және таратын болып бөлінеді. Магистральдық желілер электр қуатын оны өндіретін дерлерден тұтыну аудандарына тасымалдау және энергетикалық жүйелер мен энергетикалық бірлестіктер арасында байланыс жасау үшін қызмет етеді. Таратынжелілер энергияны тұтынушыларға беру үшін қызме етеді, Бұл желілер мұнда магистральдық желілер кіретін тораптық шағын станциялардан бастап тарайды және таратын желіні құрайды. Кейде 220 кВ желілер магистральдық желілердің рөлін ойнағанымен, ал 330 – 500 кВ желілер тікелей ірі тұтынушыларды қоректендіру үшін пайдаланыла алғанымен, таратын желі негізінен 220 кВ дейінгі кернеуге орындалады.

Осылардың сымдары ортақ тіректерге асылған тізбектердің саны бойынша, ЖВЖ бір тізбекті және көп тізбекті болып бөлінеді. Бір тізбекті ЖВЖүш фазалы айнымалы токпен электр қуатын берудің бір жүйесін құрайды және сондықтан үш фазалы сымдарға ие. Көп тізбектіжелілер осылардың фазалық сымдары ортақ тіректерге асылған бірнеше тәуелсіз үш фазалы тізбек болып келеді. Көптізбекті желілердің көпшілігі екі тізбекті болып табылады (1.1в сурет).

Сымдардың орналасу конфигурациясы бойынша. Біртізбекті желілерде сымдардың орналасуы әлде үшбұрышты (1.1б сурет), әлде көлбеу (1.1а сурет) болуы мүмкін. Екі тізбекті ӘЖ ең кең таралған түрі сымдар «бөшке» тәріздес орналастырылған желі болып табылады.Екі тізбекті желілерде тізбектердің әрқайсысының фазалық сымдары тік деуге болатын кеңістікте орналасқан, осыған орай мұндай желілерді көбінесе сымдары тік орналасқан

желілер деп атайды.

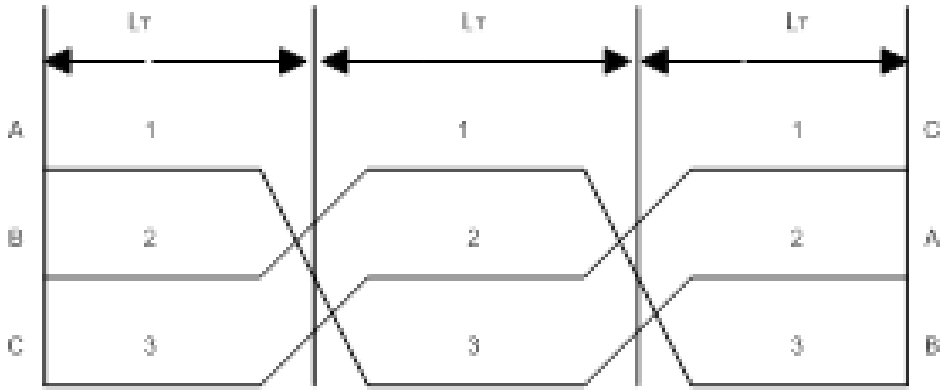


а) б) в)

1.1 сурет – Желілердің орналасу конфигурациялары

Өнеркәсіптік жиіліктегі әуе желілерін симметриялау үшін фазалық сымдарды траспозициялау қолданылады. Траспозициялаудың әр пунктінде сымдардың орналасқан орны өзгеріп отырады.

Сымдарды траспозициялау қажеттігі тек ұзындығы 100 км асатын желілерде ғана пайда болады. Ұзындығы үлкн жоғары (1.2 сурет) және аса жоғары кернеулер желілерінде әдетте, желіні шамамен тең үш учаскеге бөлетін екі пункт арасында транспозициялаудың толық циклы орындалады,



1.2 сурет – Транспозиция циклы

Фазалық сымдар ретінде алюминий бойынша қимасы 95 – 1000 мм.кв. люминий немесе болат-алюминий сымдар қолданылады. Болат-алюминийый сым бірнеше есілген болат сымнан тұратын өзекше болып келеді. Сым асып қойған кезеңде және пайдаланған кезде үлкен тарту күштерін бастан кешіретіндіктен, сымның болат бөлігінің қимасы оның механикалық беріктігіне талаптармен анықталады. Сымның алюминий бөлігінің қимасы сымдардың желінің жүктеме токтарымен қызуынан өнеркәсіптік жиіліктегі қуаттының шығындарымен байланысты талаптармен анықталады.

Сымдарда жерге қатысты жоғары кернеудің болуына орай, бұл

өнеркәсіптік жиіліктегі сымдарды короналайды. Сымдарды тәждеу немесе жай ғана тәж деп сымдардың бетіндегі өрістің үлкен кернеулігі кезінде сымдардың бетінен қоршаған кеңістікке электр разрядтары аталады.

1.2 Байланыс арнасының құрылымы

Хабарламаның көзі менқабылдағыш арасында байланыс арнасын ұйымдастырудың құрылымдық сұлбасы 1.3 суретте көрсетілген. Бұл схемадақосу аппаратурасы (ҚА) және өңдеу аппаратурасы (ӨА) бар. Қосу аппаратурасы ЖЖ сигналдарды жіберетін ұштағы тығыздау аппаратурасынан бастап электр берілісі желілері сымдарына беру үшін және сигналдарды сымдардан қабылдағыш ұштағы тығыздау аппаратурасына беру үшін қызмет етеді. Өңдеу аппаратурасы осыларға қосу аппаратурасы қосылатын ЖВЖ сымдарын жоғары жиілік бойынша жоғары кернеудің қалған желісінен бөлу үшін қызмет етеді. Өңдеу және қосу аппаратурасы кей жағдайларда бірыңғай электр схемасын құрайды. Байланыс арнасының арнаның бір ұшында тығыздау аппаратурасының таратқышының шығуынан бастап осы аппаратураның қабылдағышының екінші ұштағы кірісіне дейінгі учаскесі жоғары жиілікті тракт деп аталады. ЖЖ тракттың қосу аппаратурасының ЖВЖ сымдарына қосылу нүктелері арасындағы учаскесі желілік тракт деп аталады.

(СК) – сигнал көзі. Беретін (СТ) және қабылдайтын (ПС2) жақтағысигналдарды түрлендіргіштер. Беретін ұшта төмен жиілікті сигналдарды жоғары жиілікті сигналдарға түрлендіруді және қабылдайтын ұшта кері түрлендіруді ЖЖ тығыздау аппаратурасында (ТА) жүргізіледі.

1.3 сурет – Байланыс арнасын ұйымдастырудың құрылымдық сұлбасы

1.3 ЖВЖ бойынша ЖЖ байланыстың ерекшеліктері

Желілік сымдардың және ұстап тұратын конструкциялардың (тіректердің) жоғары беріктігінің арқасында, электр берілісі желілерінің сенімділігі әуедегі желілердің және кабельді желілердің сенімділігінен анағұрлым жоғарырақ. Электр берілісі желілері тек дауыл жел, найзағай немесе өте қатты көктайғақ секілді қуатты табиғи әсер етулер кезінде ғана зақымданады, дәл сол кезде әуедегі байланыс желілеріқатты жео, салыстырмалы шамалы мұзтайғақ түзілімдері кезінде зақымданып жатады, ад кабельдер болса жер қазатын механизмдермен, қар көшкіндері, тасқын сулар, автокөліктен топырақтың дірілдеуі және басқа себептер кезінде зақымданады. Көптеген жағдайларда электр берілісі желісі (ЭБЖ) осылардың арасында байланыс арналары қажет болатын энергетика кәсіпорындарын (мысалға, шағын станциялар) байланыстыратын ең қысқа жол болып табылады.Бұл кездесымды байланыс желісін құру, сондай-ақ, әрі бұл өте маңызды, оларды пайдалануды ұйымдастыру қажет болмай қалады. Персоналдың көп саны бар арнайы желілік қызметті қажет ететін, ЖВЖ пайдалану ол бойынша байланыс арналарын ұйымдастырудан тәуелсіз жүргізіледі. Осы себептермен ӘЖ сымдары бойынша байланыс арналарын құруға және пайдалануға кететін шығындар арнайы әуедегі, кабельді немесе[1] радиорелелі байланыс желілері бойынша арналарға осыған ұқсас шығындардан айтарлықтай азырақ.

Дәл сол кезде байланыс үшін ӘЖ сымдарын пайдалану аппаратураны құрастырған және байланыс арналарын жобалаған кезде осыларды ескеріп отыруға тура келетін бірқатар қиындықтармен кездесіп отырады.

ӘЖ сымдары өнеркәсіптік жиіліктегі жоғары кернеу астында қалыпты тұрады. Осыған орай, ӘЖ бойынша осыларды салыстырмалы қарапайым амал-тәсілдермен өнеркәсіптік жиіліктегі жиіліктерден бөліне алатын жиіліктерді қолдана отырып, тек ЖЖ байланыс қана мүмкін болады.

Тығыздау аппаратурасының таратқышын және қабылдағышын ӘЖ сымдарына қосу үшін, байланыс техникасының бір де бір басқа салаларында қолданылмайтын арнайы қосу аппаратурасы қажет.

Станцияларда және шағын станцияларда ӘЖ фазалық сымдары арнайы шиналарға қосылады. Оларға сондай-ақ байланыс арналарының жұмыс жиілігінің токтары үшін төмен кедергіге ие болуы мүмкін, жоғары кернеу жабдығы (ажыратқыштар, трансформаторлар, айырғыштар) қосылған. Бұл кедергіде жоғары жиілік сигналдарының қуатының бір бөлігі сіңіріледі. Онымен қоса ӘЖ шағын станциялардың шиналарынан екі жақтан ажырату және шағын станцияға оның сымдарын жерге тұйықтау оқиғалары болып тұрады. ЖЖ байланыс арналарының жұмысы бұл жағдайларда да бұзылмауға тиіс. Осы себептермен ЖВЖ сымдарына шиналарға жақындаған жерлерде өнеркәсіптік жиіліктегі токтар үшін төмен кедергіге және жоғары жиіліктегі токтар үшін жоғары кедергіге ие өңдеу аппаратурасы (жоғары жиілікті бөгеуіштер) бірізді қосылады.

Жоғары жиілік желісінің конфигурациясы өзгеріссіз қалмайды. Қуатты

жаңа тұтынушылардың пайда болуымен желілерге жаңа шағын станциялар қосылады, бұл көп жағдайда осы желілер бойынша жүретін байланыс арналарын қайта құрастыру қажеттігіне алып келеді. Бұл қайта құрастыру күрделі қайта құрумен немесе тіптен байланыс аппаратурасын алмастырумен, қосымша өңдеу және қосу құрылғыларын орнатумен байланысты болады.

ӘЖ бойынша ЖЖ байланыс арналарын құрудағы және жобалаудағы кейбір қиындықтар ӘЖ конструктивтік ерекшеліктерімен байланысты. Электр берілісі желілері үштен бастап бірнеше ондаған (сым арқандары және бөлінген фазалары бар екі тізбекті желілер) сымдары бар көп сымды жүйелер болып табылады. Бір немесе екі сымға қосылған кезде, қалған сымдар немесе осы сымдардың жүктеме кедергілері жерге қатысты байланыс арналарының параметрлеріне елеулі әсерін тигізеді.

Желіде жоғары кернеудің болуы ЖЖ байланыс арналарының аппаратурасын пайдалануды қиындатып жібереді. Өңдеу аппаратурасының жоспарлы немесе апаттан кейінгі ревизиясы ЖВЖ ажырату қажеттігімен байланысты, бұл өз кезегінде өшудің сенімділігінің әлсіреуімен байланысты. Жұмыс режимінің жағдайлары бойынша әлсін-әлсін желіні ажыратуды іске асыру ұзақ уақыт бойына мүмкін болмайды. Қосылу құрылғыларын сынаулар мен тексерулер жоғары кернеу желісінің сымдарынан тікелей жақын жерде жүргізілуге тиіс. Сондықтан бұл жұмыс қауіпсіздік техникасының қаатң ережелерімен регламенттелген. ӘЖ найзағай жабындары коммутациялық операциялар кезіндк пайда болып отыратын асқын кернеу толқындары қосу құрылғылары арқылы ЖЖ аппаратурасының кірісіне келіп түседі және оның зақымдануын тудыруы мүмкін. Өңдеу аппаратурасының элементтерінде пайда болатын асқын кернеулер әсіресе зор. Аппаратураның бұл элементтерін асқын кернеулерден қорғау үшін арнайы шаралар қолдануға тура келеді.

Атап өтілген қиындықтарға қарамастан, ЖЖ байланыс Ресейде энергетикадағы нысанаралық қашық байланыстың негізгі құралы болып отыр.

1.4 ЖЖ байланыс арналарының сипаттамалары

ЖЖ байланыс арналарын ақпараттың қандай да бір түрін беру үшін пайдалану мүмкіндігі оның сипаттамаларымен анықталады. Бұл сипаттамаларды: берілетін сигналдардың бұрмалануларымен, байланыс арнасының әрекет ету қашықтығымен, басқа байланыс жүйелерімен электрмагниттік үйлесімділікпен және байланыс арнасының сенімділігімен байланысты төрт негізгі категорияға бөлуге болады.

Берілетін сигналдардың бұрмалануларымен байланысты сипаттамалар.

Тиімді берілетін жиіліктер жолағы – осының шегінде бастапқы сигналдарды жіберу қамтамасыз етілетін төменгі жиіліктер спектрінің ені.

Жиілік сипаттамасы – қабылдағыштың шығысындағы кернеудің осы сигналдың тығыздау аппаратурасының кірісіндегі өзгеріссіз кернеуі кезінде, берілетін сигналдың жиілігіне тәелділігі. Жиілік сипаттамасы негізінен алғандатығыздау аппаратурасының фильтрлерінің сипаттамаларымен және іщінара – өңдеу және қосылу аппаратурасының, ЖЖ желілік тракттың

сипаттамаларымен анықталады.

Арнадағы жиіліктердің алшақтығы – байланыс арнасының кірісіндегі және шығысындағы сигналдар жиіліктерінің айырмасы. Бұрмаланулардың бұл түрі ОБП жүйелеріне тән.

Амплитудалық сипаттама – арнаның шығысындағы кернеудің оның кірісіндегі кернеуге тәуелділігі. Желілік емес бұрмаланулардың дәрежесі амплитудалық сипаттаманың желілігіне байланысты болады.

Желілік емес бұрмаланулардың күші – бұл байланыс арнасының шығысындағы сигналдың барлық гармоникаларының әрекететуші кернеуінің арнаның кірісіне синусоида пішіндес бастапқы сигналдың кернеуін берген кездегі дәл сол нүктелердің жиынтық сигналдарының әрекететуші мәніне қатынасы.

Аппаратураның өз шуларының деңгейі – арнаның таратқышының кірісіне бастапқы сигнал берілмейтін және желілік тракт себепкер болған кедергілер болмайтын кездегі, қабылдағыштың шығысындағы кедергілердің деңгейі.

Байланыс арнасының әрекет ету қашықтығымен байланысты сипаттамалар**.** ЖЖ қабылдағыштың кірісіндегі – осы арна желілік трактта алып отырған жиіліктер жолағындағы минималды жол берілетін сигнал/кедергі қатынасы. Жабылатын бәсеңдеу – желілік тракттың осының кезінде байланыс арнасының шығысында (қабылдағыштың шығысында) байланыс арнасының осы мақсатты пайдаланылуы үшін қажетті сигнал/кедергі қатынасы қамтамасыз етілетін максималды жол берілетін бәсеңдеу. Былайша анықталады:

$$A_{перекр} = P_{пер} - P_{пр,min}, \qquad (1.1)$$

мұндағы $P_{пер}$ – осы арнаның ЖЖ сигналды беру деңгейі;

$P_{пр,min}$ – желілік кедергілердің деңгейі.

Қабылдағыштың кедергіге орнықтылығымен және қабылдағыштың шығысындағы ақпараттың осы түрін талап етілетін сапамен беру үшін қажетті сигнал/кедергі қатынасымен анықталатын, қабылдаудың минималды жол берілетін деңгейі.

Қабылдағыштың сезімталдығы – қабылданатын сигналдың мұның кезінде қабылдағыштың шығысында төмен жиілікті сигналдың қалыпты қуаты қамтамасыз етілетін минималды мәні.

ЖВЖ бойынша басқа ЖЖ байланыс арналарымен электромагниттік үйлесімділік басқа байланыс арналарының тарапынан әсер етуден қорғалғандықпен және осы арнаның басқа байланыс арналарына әсер ету деңгейімен анықталады.

1.4.1 АКА-16 таратқыш автоматика командалары аппаратурасының арналарының техникалықсипаттамалары. АКА-16 ПРМ, орындалуына

байланысты, мыналардан:

а) электр берілісі желісінің (ЖВЖ) ЖЖ-арнасы бойынша;

б) оптикалық – талшықты желі бойынша;

в) телефон арнасы бойынша;

г) кеңейту арнасы бойынша (АКА-16 қабылдағышынан басқа) берілген сигналдарды қабылдауға арналған.

Бірінші үш арна магистральдық болып табылады. Кеңейту арнасы бойынша жұмыс істейтін АКА-16 қабылдағыш құрамында магистральдық арналар бойынша жұмысты қамтамасыз ететін блоктар жоқ.

Онымен қоса АКА-16 қабылдағыш жұмыс жиіліктерінің диапазондары бойынша 6 модификациясы бар. Диапазонның базалық (бастапқы) жиілігінің төменгі мәнін тұтынушы анықтайды.

Диапазонға байланысты, АКА-16 қабылдағыш өзара тек ЛФ блогының орындалуымен және ГЕН блогының бірінші гетеродинінің бағдарламалық белгіленіп, анықталатын жиілігінің мәнімен ғана ерекшеленеді.

Сипаттамалар ЖЖ – арнаның сипаттамалары:

а) АКА-16 қабылдағыш (24-1000) кГц жиіліктер диапазонында жұмыс істейді;

б) АКА-16 қабылдағыш диапазонының базалық (бастапқы) жиілігінің өзгеру қадамы 1 кГц құрайды;

в) АКА-16 қабылдағыш сезімталдығы (кіріс сигналдың осының кезінде командалардың сенімді қабылдануына кепілдік берілетін номиналды деңгейі) (22±1) дБ тең;

г) АКА-16 қабылдағыш кіріс кедергісінің номиналды мәні (75±15) Ом;

д) арнаның номиналды жолағында үйлесімсіздіктің бәсеңдеуі кемінде 10 дБ;

е) айналық арна бойынша талғамдылық кемінде 80 дБ.

Телефон арнасының [2]сипаттамалары:

а) АКА-16 ПРМ сезімталдығы (кіріс сигналдың осының кезінде командалардың сенімді қабылдануына кепілдік берілетін номиналды деңгейі) (26±1) дБ тең. Сезімталдықты 5 дБ сатылармен 20 дБ қосымша төмендету мүмкіндігі қамтамасыз етіледі;

б) АКА-16 қабылдағыш кіріс кедергісінің номиналды мәні (600±30) Ом;

в) арнаның номиналды жолағында үйлесімсіздіктің бәсеңдеуі кемінде 14 дБ;

г) кіріс тізбектер жерге қатысты теңдестірілген.

Оптикалық талшықты-желінің сипаттамалары:

а) АКА-16 қабылдағыш бөлінген талшықты -оптикалық байланыс желісі (ТОБЖ) бойынша «нүкте-нүкте» байланыс арнасында жұмыс істеуге арналған. Оптикалық талшықтың типі – бір модты 9/125 мкм., 1310 нм толқын ұзындығын қосатын ашықтық терезесі бар;

б) PIN фотодиодтың негізінде құрылған қабылдағыш оптикалық АКА-16 ПРМ модулі келесі параметрлерге ие:

1) максималды детекторланатын қуат (l = 1310 нм кезінде) + 3 дБм;

2) қатенің 10^{-9} ықтималдығы кезіндегі сезімталдық (2 Мбод, 1310 нм жағдайларында) –41 дБм; оптикалық тіркеуіштің типі FC;

в) қабылдағыштың кірісіне сигнал келіп түскен сәттен бастап тиісті шығыс контакттың тұйықталу сәтіне дейін команданы беруге кідіру уақыты, 2 мс аспайды.

Командаларды ретрансляциялау/кеңейту арнасының сипаттамалары:

а) жылдам кеңейту/ретрансляциялау арнасы:

1) кеңейту арнасы бойынша жұмыс істегенде (кеңейту арнасы магистральдық арна болып табылмайды) басқа АКА-16 қабылдағыш командалар қабылдауға;

2) АКА-16 таратқышына командаларды ретрансляциялауға арналған.

б) кеңейту/ретрансляциялау арнасының физикалық параметрлері RS-485 интерфейсінің стандартына сай келеді. Арна бойынша ақпарат берудің кідірісі 1 мс аспайды;

Командаларды ретрансляциялау ТЖ-арнасының сипаттамалары:

а) ретрансляциялаудың ТЖ-арнасы командаларды автоматика арналарының таратқыш аппаратураларына ретрансляциялауға арналған;

б) бақылау жиіліктері (ТЖ-арна үшін КЧ мәндеріне сәйкес келеді) келесі мәндерге ие:

1) бақылау жиілігі 1 (КЧ1) 3060 Гц;

2) бақылау жиілігі 2 (КЧ2) 3180 Гц;

в) ТЖ-сигналды беру деңгейі құрайды:

1) жиіліктердің бүкіл диапазонында және қалыпты климаттық жағдайлар кезінде (0 +- 1.0);

2) қоршаған ортаның шекті температуралары (1 бастап 45° Сдейін) әсер еткен және электрмен қоректендіру кернеуі номиналды мәнінен +10% бастап - 20% дейін өзгерген кезде (0 +- 2.0) дБ;

г) Беру деңгейін 3 дБ-дан сатылармен 15 дБ төмендету мүмкіндігі қарастырылған;

д) қабылдағыштың шығыс кедергісінің номиналды мәні 600 Ом;

е) арнаның номиналды жиіліктер жолағындағы үйлесімсіздіктің бәсеңдеуі кемінде 14 дБ болуға тиіс;

ж) шығыстың тізбектері жерге қатысты теңдестірілген;

и) арнада жиілік орнату кідірісі 0,3 мс аспайды.

1.5 Кедергілер мен желілік бәсеңсулер деңгейлері

1.5.1 ӘЖ бойынша ЖЖ байланыс арналарындағы электр кедергілері. Электр кедергілері кез келген байланыс арнасында бар. Олар қабылдағыш қабылдайтын сигналдардың кедергілермен бұрмалануына орай, ақпаратты беру жылдамдығын шектейтін негізгі фактор болып табылады.

Бұрмаланулар ақпараттың осы түрі үшін жол берілетін шектерден шығып кетпеуі үшін, қабылданатын сигналдың кернеуінің қабылдағыштың шығысындағы кедергінің кернеуінен белгілі бір артып түсуі қамтамасыз

етілуге тиіс.

Сымдардың короналануынан кедергілердің физикалық жаратылысы. Желінің сымдарында кернеу болған кезде сымдар арасындағы кеңістікте электр өрісі болады. Оның қарқындылығы электр өрісінің кернеулігімен анықталады.

Байланыс арнасының қабылдағышының шығысына келіп түсетін корона импуьстарының жалпы мөлшері аса зор. Ұзындығы 10 км желілер үшін ол секундына 3*10^5 импульстан асып кетеді. Қабылдағыш фильтрдің шығысындағы импульстардың осындай жиілігі кезінде коронадан кедергілер іс жүзінде, ЖВЖ бойынша ЖЖ байланыс жүйелерінде жекелеген арналар пайдаланатын жиіліктердің кез келген жолағында флуктуациялық болып табылады.

Атмосфера жағдайларының әсер етуі. Кедергілер деңгейі атмосфералық қысымға, ауаның ылғалдылығына және оның ластанғандығына, жауын-шашынның болуына, температураға және басқа факторларға қатты байланысты болады. Кедергілердің деңгейі жауын-шашынның 1 – 2 мм/сағ дейін қарқындылығы кезінде бәрінен де қатты артады. Жауын-шашынның қарқындылығының одан әрі өсуі кедергілер деңгейінің артуына алып келмейді. Мұзтайғақ немесе қырау түсу кезінде кедергілердің генерациясы артады, бірақ олардың ЖЖ қабылдағыштың кірісіндегі деңгейі шамалы ғана өседі, ал сым арқандар бойынша тракттар үшін, модальдық арналардың бәсеңдеуінің артуына орай, тіптен азаюы мүмкін. Сондықтан, ЖВЖ бойынша ЖЖ байланыс арналарын жобалаған кезде, мұзтайғақ немесе қырау түсу кезінде кедергілердің деңгейінің арту мүмкіндігі ескерілмейді.

ЖВЖ қысқа тұйықталулар кезіндегі кедергілер. ЖВЖ қысқа тұйықталудың көпшілігіне ҚТ орнында доғаның жануы ілесіп отырады. Бұл доға зақымдалған желі релелік қорғаныс құрылғыларымен екі жағынан ажыратылғанға дейін жанады. ҚТ процесін осылардың әрбірі генерацияланатын кедергілердің өз түрімен сипатталатын үш кезеңге бөлуге болады: ҚТ орнығу кезеңі, ҚТ орнықты электр доғасы жанып тұрғандағы стационарлық фазасы және желінің ажыратылу кезеңі.

Коммутациялық операциялар кезіндегі кедергілер.

Ажырату операциясының соңында немесе қосу операциясының басында, ажыратқыштың пышақтары арасындағы қашықтық үлкен болғанда, кедергілер өнеркәсіптік жиілік кезеңі ішінде 2 рет пайда болатын үлкен импульстар түріне ие болады. Бұл кедергілер әдетте импульстық кедергілер сипатына ие. Қосу фильтріндегі разрядтаушының тесіп өтетін кернеуі неғұрлым жоғарырақ, оның өткізу жолағы неғұрлым ширегірек және байланыс конденсаторының сыйымдылығы неғұрлым көбірек болса, қосу фильтрінің шығысындағы импульстық кедергілердің амплитудасы соғұрлым көбірек болады.

1.5.2 ЖЖ тракттағы желілік бәсеңсулер. Желінің 20 км асатын ұзындығы кезінде ЖЖ байланыс үшін сымаралық модтардың толқындары ең

көп практикалық мәнге ие. Бұл толқындар, ЖВЖ ұзына бойына тарала отырып, амплитуданың тиісті өзгерулерімен және фаза бойынша ығысулармен бір біріне қабаттасады, желінің біртектілігі бұзылған жерлерде сынады және шағылысады (оның ішінде бірі біріне өтеді де) және желілік тракттың бәсеңдеу мәні мен жиілік өзгерген кезде оның өзгеруінің бірқалыпсыздығын анықтайды.

Мәселен, егер сымдары көлбеу орналасқан, ығыспаған желінің ұзындығы L және жұмыс жиілігі f, олардың V1 және V2 таралу жыдамдықтарындағы айырма себепкер болған, делінің соңындағы 1 және 2 модальдық құрамдас бөліктердің кернеулерінің арасындағы фазалардың жылжуы π тең болатындай болса, яғни егер:

$$f = \frac{v1v2}{2(v1 - v2)l} \quad . \qquad (1.2)$$

Онда ӘЖ шеткі фаза-жер сұлбасы бойынша қосылған кезде, желілік тракттың бәсеңдеуінің күрт артуы (бәсеңдеу полюсі) және толқындардың көп мәрте шағылысулары себепкер болған, бәсеңдеудің бірқалыпсыздықтары байқалады.

Жабылатын бәсеңдеу бойынша қор арнаның бастапқы атқаратын міндетіне және ЖВЖ осында өтетін ауданның мұзтайғақтығына байланысты болады. Релелік қорғаныс және апатқа қарсы автоматика арналары үшін бұл қордың мәні былайша анықталады:

$$А_{зап} = А_{запо} + Δ_{ágол}, \qquad (1.3)$$

мұндағы $А_{запо}$ – мұзтайғақ және қырау себепкер болған жағдайларды қоспағанда, желілік тракттың бәсеңдеуі артқын жағдайға, ЖЖ таратқыштың қуаты азайған жағдайға қор;

$Δ_{ágол}$ – қорды мұзтайғаққа және қырауға орай бәсеңдеудің артуын өтеу үшін қажетті арттыру. Әртүрлі мақсатта қолданылатын арналар үшін децибелдермен, МУ 34-70-186-86 ұсынылатын $А_{запо}$ мәндері 1.1 кестеде берілген.

1.1 кесте – $А_{запо}$ мәндері

Арнаның пайдалануы	$А_{запо}$, дБ
Блоктаушы сигналдарды (оның ішінде ДФЗ) бере отырып релелік қорғаныс	13
Өшіретін сигналдарды бере отырып релелік қорғаныс	22
Апатқа қарсы автоматика	22

ЖЖ тракттың $А_{тр,доп}$ максималды жол берілетін бәсеңдеу былайша анықталады:

$$A_{тр,доп} = P_{пер} - P_{пр,min} - A_{зап}, \quad (1.4)$$

мұндағы $P_{пер}$ – осы арнаның ЖЖ сигналын беру деңгейі;

$P_{пр,min}$ – желілік кедергілердің деңгейімен, қабылдағыштың кедергіге орнықтылығымен және қабылдағыштың шығысындағы ақпараттың осы түрін талап етілетін сапамен беру үшін, қабылдаудың минималды жол берілетін деңгейі.

Беру және қабылдау деңгейлері. Байланыс техникасында берілетін және қабылданатын сигналдардың қуаттарын салыстырмалы шамаларда – деңгейлерде көрсету қабылданған. Бұл ретте сигналдардың салыстырмалы және абсолюттік деңгейлерін ажыратады.

Сигналдың салыстырмалы деңгейі деп осы сигналдың Р қуатының осының деңгейі нөлдік деп қабылданатын P_0 қуатқа қатынасының он логарифміне тең шама аталады:

$$p = 10\lg(\frac{P}{Po}) \quad . \quad (1.5)$$

Деңгейлерді өлшеу бірлігі болып децибел (дБ) табылады. Бір децибел қуаттардың $P/P_0 = 1,26$ қатынасына сәйкес келеді.

Байланыс техникасында нөлдік деңгейге сәйкес келетінқуат 1 мВт тең деп қабылданған. Сигналдың 1 мВт қуатқа қатысты анықталған деңгейі абсолюттік деп аталады.

Беру және қабылдау деңгейлері тиісті сигналдардың кернеулері мен токтары бойынша анықтала алады. Кернеу бойынша абсолюттік деңгей формула бойынша анықталады:

$$p = 20\lg(\frac{U}{Uo}), \quad (1,6)$$

мұндағы Uo – нөлдік деңгейдегі кернеу, яғни, осының кезінде бұл кедергіде 1 мВт қуат бөлінетін кедергі.

Қашық байланыс технибайланыс арнасында кедергілердің номиналды мәндері ретінде әдетте 600 және 75 Ом қабылданады. Нөлдік деңгейдің кернеулері, тиісінше, 0.775 және 0.274 В құрайды.

Қабылданатын сигналдың минималды жол берілетін деңгейі желілік тракттағы кедергілердің деңгейімен, күшейткіш учаскелердің және қабылдау пункттерінің санымен және сигнал деңгейінің қабылдағыштың шығысындағы кедергілердің деңгейінен талап етілетін асып түсуімен анықталады.

ОБП аппаратурасы үшін былай жазуға болады:

$$P_{пр,min} = P_{с/п} + P_{помΔf} + ΔP_{пром}, \quad (1.7)$$

мұндағы $P_{с/п}$ – қабылдағыштың шығысындағы сигнал деңгейінің кедергілер деңгейінен минималды жол берілетін артып кетуі;
$P_{помΔf}$–арнаның жұмыс жолағындағы кедергілердің деңгейі;
$ΔP_{пром}$ – арнада аралық күшейткіштердің және қайта қабылдау пункттерінің болуын ескеретін түзету.

Әртүрлі мақсатта пайдаланылатын арналар үшін сигнал деңгейінің кедергінің деңгейінен минималды жол берілетін артып кетуі 1.2 кестеде берілген.

1.2 кесте – Әр түрлі мақсатқа арналған арналар үшін $P_{с/п}$

Арнаның пайдаланылуы	$P_{с/п}$, дБ
Дифференциалдық-фазалық қорғаныс	31
ЖЖ блокировкамен дистанциялық және бағытталған қорғаныс	17
Ажырататын сигналдарды – командаларды берумен қорғаныс	4
Телефон байланысы	26
ЧМ телемеханикасы	18/22
АРУ басқару үшін бақылау жиілігі	22

Электр берілісі желілері бойынша жоғары жиілікті байланыс энергетикалық жүйелердің және энергетика бірлестіктерінің жұмыс режимін басқару үшін қолданылатын, байланыстың негізгі құралы болып табылады. Электр берілісі желісін байланыс үшін пайдалану осы желілердің пайда болуымен бір мезгілде дерлік басталды. Электр берілісі желілері бойынша жоғары жиілікті байланыс арналары энергетикалық жүйелердегі байланыстың негізгі құралы болып табылады. Осындай арналардың жаңа түрлерінің – оқшауланған жайдан қорғайтын сым арқандар және ыдыраған фазалардың оқшауланған сымдары бойынша арналардың пайда болуына байланысты, олардың рөлі мен энергетика үшін маңызы арта түсуін жалғастырып отыр.

Энергожүйелер мен энергоқұрылымдардың жұмыс режимін басқаруға арналған негізгі байланыс көзі болып электртарату желілеріндегі жоғары жиілікті байланыс болып табылады. Электртарату желілерін байланыс үшін қолдану осы желілердің пайда болуымен мезгілдес. Энергожүйелердегі негізгі байланыс көзі – электртарату желілеріндегі жоғары жиілікті байланыс арналары. Энергетика үшін олардың рөлі және қолдану аясы арналардың жаңа түрлерінің пайда болуының әсерінен уақыт сайын кеңеюде – оқшауланған найзағайдан қорғайтын тростар және ыдыраған фазалардың оқшауланған

сымдары.

Электртарату желілеріндегі жоғары жиілікті байланыс желі бойымен ұзақ қашықтықтардағы байланыстың бір түрі болып табылады. Алайда, электртарату желілеріндегі жоғары жиілікті байланыс пен арнайы байланыс желілеріндегі үлкен қашықтықтардағы байланыс техникаларының қағидаларының, техникалық құралдарының бірегейлігіне қарамастан, олардың арасында едәуір өзгешелік бар. Ол, негізінен, жоғары кернеулі желі бойымен байланысты өткізудің ерекше қасиеттеріне байланысты. Осы себептердің әсерінен электртарату желі бойымен жасалынған жоғары кернеулі байланыс техниканың жеке бір саласы ретінде қарастырылады.

Ауа желілері бойынша байланыс алыс қашықтықтардағы байланыстың бір түрі болып саналады. Алайда, электртарату желілерінің ерекше қасиеттері алыс қашықтықтардағы байланыс техникасынан ерекшеленеді. Өндірістік жиіліктердегі жоғары кернеудің астында ауа желілері өзін жақсы ұстайды. Яғни, ауа желілері бойынша жоғары жиілікті байланыс тек өндірістік жиіліктерден қарапайым әдістермен алынатын жиіліктермен жұмыс істеу қажет.

1.6 Дипломдық жобаның мақсаты

Берілген дипломдық жұмыста Есік – Шелек елді мекендерінің арасындағы жоғары жиілікті торап зерттелінді. Желінің өзіндік ерекшеліктері, технологияның желіге сәйкес болуы анықталынды. Жалпы ЖЖ – байланыстың артықшылықтары, тиімділігі, құрылымы еске алынды.

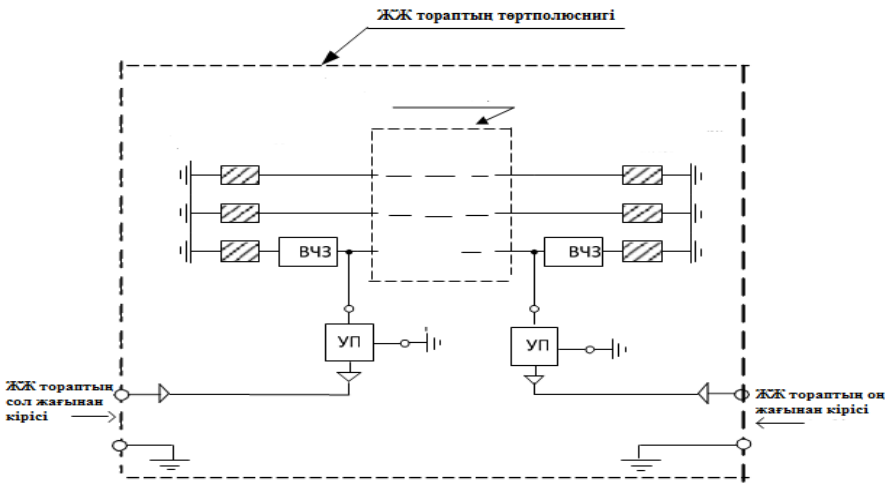
Жобаның екінші бөлімінде жобаның мақсатына жету үшін, яғни ЖЖ торапты толық іске қосу үшін, ЖЖ құрылғыларының бірнеше түрі беріліп, олардың техникалық сипаттамалары көрсетілген.

Үшінші бөлімде тораптың жалпы өшуі, ЖЖ бөгегіштердің, қосылу сүзгілерінің өшулері есептелінді. Онымен қоса, әрбір өшудің жиіліктік тәуелділіктері көрсетіліп, Wintrakt бағдарламасында сұлба жасалынды. Экономикалық бөлімде оның оңтайлығы, өзін-өзі ақтау мерзімі анықталынды. Және де тіршілік қауіпсіздігіне байланысты есептеулер жүргізіліп, еске алынды.

2 ЖЖ торабының параметрлерін өлшеу

2.1 ЖЖ торабы және параметрлері туралы жалпы түсініктер

ЖЖ торабы деп арна шеттеріне орнатылған тығыздау құрылғысының ЖЖ кіріс/шығысының арасындағы құрама төртполюс. ЖЖ торабының құрамына бір сұлбаға енгізілген ЖЖ кабельдер, бөлгіш сүзгілер, басқа арнаның параллель қосылған тығыздау құрылғысы (өзінің кіріс кедергісімен), өңдеу және қосу құрылғысы (байланыс конденсатормен бірге қосылу сүзгілер және бөгеулер), электртарату желілері, жоғары вольтті құрылғысы орнатылған қосалқы станцияның электртарату желісінің тармақтары.



2.1 сурет – ЖЖ торабының төртполюстінің сұлбасы (фаза-жер сұлбасы бойынша)

Электртарату желісіне қосылудың сұлбасын екі топқа жіктеуге болады:

а) сым мен жер арасындағы қосылу. Негізінен ол фаза – жер сұлбасы, трос – жер және екі трос – жер;

б) сымдар арасындағы қосылу. Ол негізінен фаза – фаза сұлбасы, трос – трос, ал ыдыраған фаза немесе тросы бар желі үшін – фазаішілік немесе тросішілік.

Көп қолданылатын сұлбалардың түрі фаза – жер және фаза – фаза.

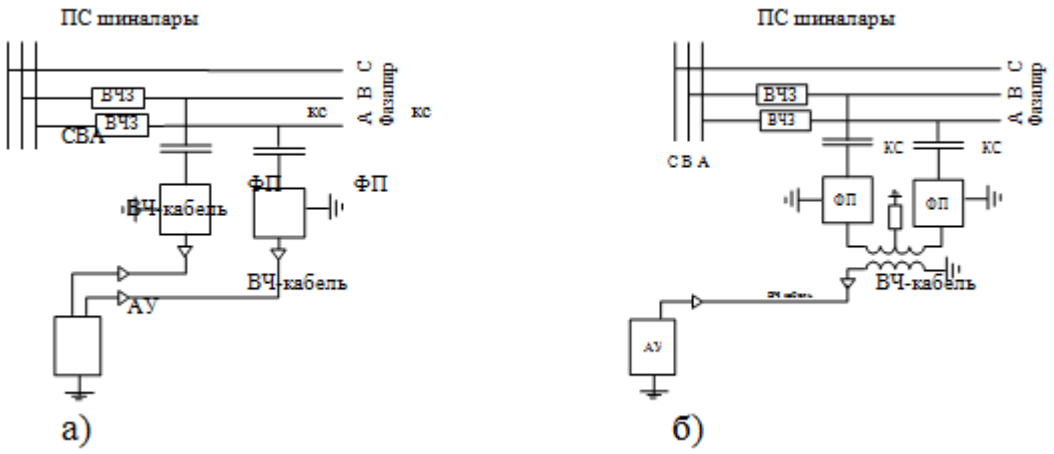
Фаза – жер арасындағы қосылу 2.1 суретте көрсетілген.

Фаза – фаза арасындағы қосылу 2.2 суретте көрсетілген, АУ – дың УП – мен қосылудың екі нұсқасы – екі коаксиальді ЖЖ кабельдің көмегімен (әдетте қолданылатын сұлба) және бір коаксиальді ЖЖ кабель. Соңғы нұсқада құрамында ФП бар дифференциалды трансформатор қажет.

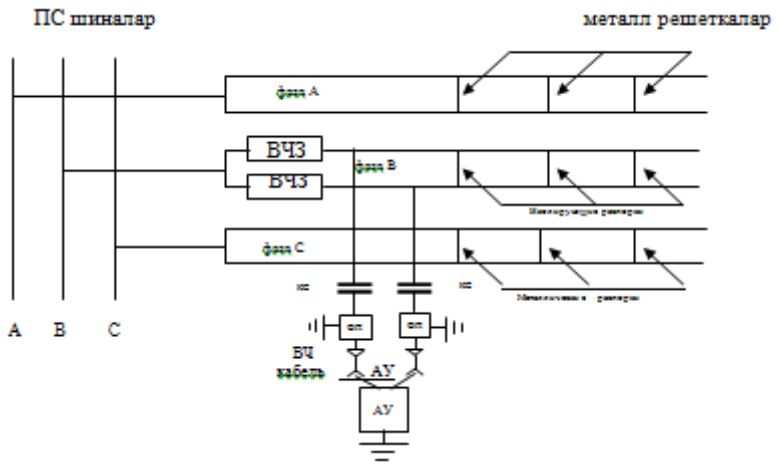
Фазаішілік (2.3 сурет) және тросішілік қосылу көбінесе фаза немесе трос екі сымға ыдыраған желілерде қолданылады. Осындай қосылу кезінде желінің фазасында (тросында) орнықтырылатын және ыдыраған фазаның (тростың) сымдарын белгілі бір қашықтықта ұстайтын (40 см) дистанциондық қондырғылар металлдан емес, оқшаулағыш заттан жасалады.

Сол кезде ыдыраған фазаның (тростың) бөлшектері екісымды желіні құрайды, онымен фазаішілік (немесе тросішілік) ЖЖ торап ұйымдастырылады.Фазаішілік қосылу көбіне 330 кВ желіде қолданылса, тросішілік 1150 кВ желіде қолданылады.

2.3 суретте 330 кВ желінің В фазасына фазаішілік қолдану көрсетілген.



2.2 сурет – ЖЖ кабельдерің екі нұсқасын қолданып, фаза “В” - фаза “С” сұлбасы арқылы желіге қосу



2.3 сурет – В фазасына фазаішілік қосылу

Кез-келген сымды байланыс желісі сияқты ЖЖ торап келесі сипатталарымен ерекшеленеді:

а) жұмыс өшу. Оның мәні торап бойынша жіберілетін сигналдың бағытына тәуелсіз;

б) ЖЖ тораптың кіріс кедергісінің оның номиналды мәні 75Ом – мен сәйкес еместілігінің өшуі;

в) ЖЖ тораптың кіріс кедергісі. ЖЖ тораптың әрбір шетінің мәні әртүрлі және қайсыбіреуіне бөлек есептелінеді.

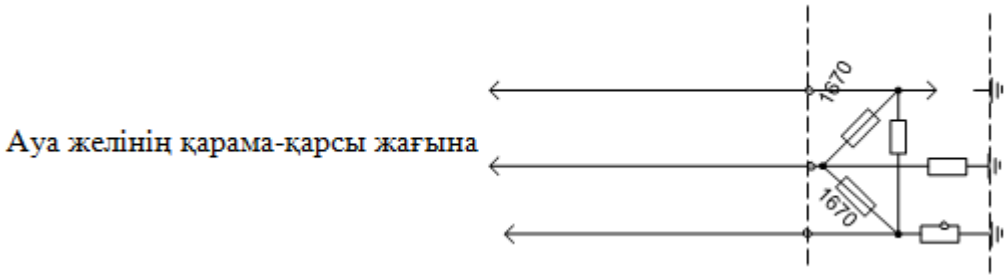
Бұл қасиеттер әрқайсысы белгілі бір жиілік жолағының төңірегіндегі жиілігіне тәуелділікпен есептелінеді. Осы қасиеттер ЖЖ торапты әр түрлі жақтан сипаттайды. Біріншіден, арнаның жұмыс істеу қабілеттілігі болса, екіншіден, белгілі бір нормаға сәйкес еместілігін немесе әлсіреуінің себебін тапқанда пайдалы.

Өлшеу және өлшеу нәтижелерін сараптағанда ескеруге қажет ЖЖ

тораптың сипаттамаларының жиілік тәуелділігінің негізгі ерекшеліктері ЖЖ тораптың көпсымды бөлігімен сипатталады (2.1 сурет).

2.2 Шағылған толқындардың әсері

Сипаттамалардың жиіліктік тәуелділіктеріне ауа желінің бірыңғайлығы бұзылған жерлерінен шағылған және фазааралық толқындар елеулі әсер етеді. Желіге қосылу бір немесе екі фаза көмегімен іске асырылғанына қарамастан, желі бойынша сигнал таратылу бүкіл сымдар арқылы өтеді. Сондықтан ауа желілерінде қайтарылған толқындарды болдырмау үшін, арнайы белгіленген мәнді кедергілер жүйесіне желі шеттеріндегі сымдар жүктелу қажет. 2.4 суретте көрсетілген фазасы көлденең орналасқан үшсымды желісі секілді, осы кедергілер әрбір жұп сымдардың арасында, әр сым мен жер арасында қосылуы қажет.



2.4 сурет – Толық сәйкестілік кезіндегі желі ұшының жүктемелігі

2.4 суреттегі тіктөртбұрыштар қасындағы мәндер 500кВ желідегі сәйкес резисторлардың мәнін (Оммен) береді.

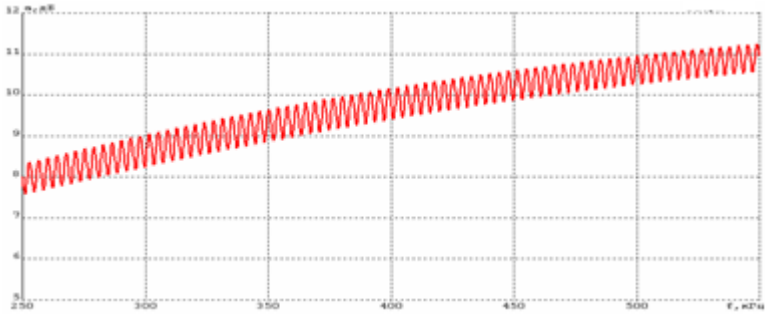
Ауа желілері үшін мұндай сәйкес резисторлардың жүйесін құру өте қиын. 2.1 және 2.2 суреттерде көрсетілгендей, орнатуға мүмкін ЖЖ сигналдарға арналған ауа желінің шеттеріндегі сымдардың жүктемесі және сәйкестік шарттарына сай келетін сипаттамалары жерге қарағандағы тек бір (сым-жер сұлбасы) немесе екі (сұлба-сұлба) сымдар үшін жасалына алады. ЖЖ сигналдарға арналған қалған сымдар ПС-тың кіріс кедергісіне жүктеледі. Соның өзінде ауа желінің шетінен фазааралық толқынның шағылу коэффициентінің модулі фаза-жер сұлбасы үшін 0.7 сәйкес келсе, ал ПС тармақтарына ЖЖ арна ұйымдастырылса, ЖЖ арнаның тармағының шетінің шағылу коээффициентінің модулінің мәні 1-ге тең болады.

Бұның бәрі ЖЖ торап сипаттамаларының жиіліктен тәуелділігі монотонды емес толқын секілді екендігіне әкеп соқтырады. Сипаттаманың мәні периодты түрде минималдан максимумға дейін өзгеріп отырады. Шағылу болып жатқан толқынның ұзындығына сәйкес сипаттаманың периоды да өзгеріп отырады. Ұзындық үлкейген сайын, период кеміп отырады. Сипаттаманың максималды және минималды мәндеріне сәйкес жиілік арасындағы интервал жуықтап, осы формула арқылы табуға болады. Минималды

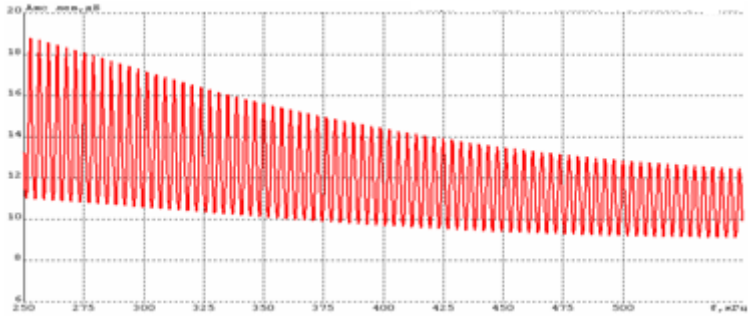
$$\Delta f_{макс-мин}[кГц] \approx \frac{300}{4L[км]} = \frac{75}{L[км]}, \qquad (2.1)$$

мұндағы L – шағылу болып жатқан ауа желінің ұзындығы.

Сипаттаманың максималды және минималды мәндерінің арасындағы ауытқу шағылу болып жатқан ауа желінің ұзындығындағы шағылу коэффициенті мен фазааралық өшуге тәуелді. Өшу үлкейген сайын ауытқу азаяды.



а)



б)

а) жұмыс өшу б) тораптың сол жағынан сәйкес еместілігінің өшуі

2.5 сурет – Ауа желісі 110кВ бойынша ЖЖ торап сипаттамаларының жиіліктік сипаттамалар

Осыған нақты көз жеткізу үшін, ЖЖ тораптың жиіліктік сипаттамаларына көз жүгірту қажет. Олардың сұлбасына мыналар кіреді:

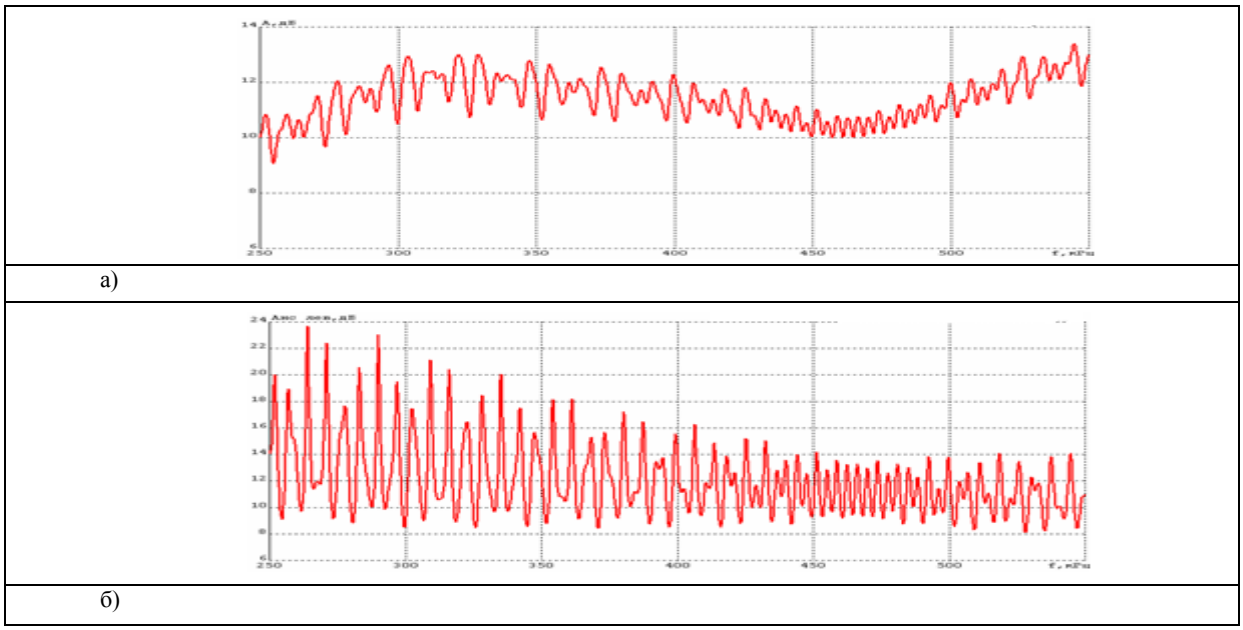
а) транспозициясыз бір үшфазалық желі (осыдан кейін транспонирленбеген);

б) тармағы бар үшфазалық желі;

в) ауа-кабель аралас үшфазалық желі.

2.5 және 2.6 суреттерде 110 кВ ауа желісінің ЖЖ тораптың тармақсыз (2.5 сурет) және ұзындығы 0.5м желі басындағы тармақтың өңделген (2.6 сурет) жұмыс өшуінің жиіліктік сипаттамасы (а) және ЖЖ сәйкес

еместілігінің өшуі (б) көрсетілген. Оң жағынан ауа желі кіріс кедергісі сыйымдылығы 5000 пФ конденсатормен теңестіре алатын шығысы жоқ ПС-ке, ал сол жағынан кіріс кедергісі жуықтап нөлге тең болатын 110 кВ ауа желісі бар түйіндік ПС-ке кіреді.



а) жұмыс өшу б) тораптың сол жағынан сәйкес еместілігінің өшуі

2.6 сурет – Ауа желісі 110кВ бойынша тармағы бар ЖЖ торап сипаттамаларының жиіліктік сипаттамалар

2.7 суретте 110 кВ аралас ауа-кабель желі бойынша өшудің жиіліктік сипаттамасы берілген. Ұзындығы 52 км ауа желі және оның әрбір шетінен 12 км қашықтықта ұзындығы 1,7 км кабель қосынды. Кабель мен ауа желілерінің 15 еселік айырмашылығы есебінен сипаттаманың түрі мынадай.

2.7 сурет – 110 кВ АКЖ бойынша өшудің жиіліктік сипаттамасы

2.2 ӘЖ-нің және жоғары вольтты құрылғының коммутациялық жағдайының әсері

ЖЖ торап (2.1 сурет) төртполюсниктің параметрлері оның құрамындағы элементтерінің сандық мәндеріне байланысты. Бұл ПС-тің кіріс кедергісінің мәніне де қатысты (ӘЖ-нің шеттеріне және оның тармақтарына қосылған элемент). Сондықтан желі шеттерінің арасындағы сигнал жіберу шарттары ӘЖ-нің әрбір фазасы шеті бойынша неге жүктелгендегіне тікелей байланысты. Жұмыс істеу кезінде ӘЖ шетінің үш негізгі жағдайы кездеседі: желі ПС шиналарына қосылған (жұмыс жағдайы), желі ПС шиналарынан ажыратылған және жерлендірмеген (ХХ жағдайы) және желі ПС шиналарынан ажыратылған және сызықтық бөлгіштердің жерлендіретін пышақтарымен жерлендірілген (КЗ жағдайы). ӘЖ-нің әртүрлі коммутациялық жағдайларына «жұмыс істейтін» және «жұмыс істемейтін» фазалары жалпы жағдайда ЖЖ сигналы үшін әртүрлі жүктеледі. ӘЖ шеттерінің фаза жүктемелерінің кедергілерінің нұсқалары 2.1 кестеде көрсетілген.

2.1 кесте – ӘЖ-нің шеттері бойынша әртүрлі коммутациялық жағдайларға арналған фазалардың жүктеме шарттары

ӘЖ шетінің жағдайы	ӘЖ шеттерінің фаза жүктемелерінің кедергілері:	
	жұмыс істейтін фаза	жұмыс істемейтін фаза
ӘЖ ПС шиналарына қосылған	$Z_{ФП}$ ($Z_{ВЧЗ}$+$Z_{вх.ПС}$) мен параллель	$Z_{вх.ПС}$
ӘЖ ПС шиналарынан ажыратылған	ZФП	оқшауланған
ӘЖ ПС шиналарынан ажыратылған және жерлендірілген	$Z_{ФП}$ $Z_{ВЧЗ}$-мен параллель	жерлендірілген

ӘЖ-нің бір коммутациялық жағдайынан екінші жағдайына өзгеруі ӘЖ-нің шеттері бойынша жүктеменің секіріс түрінде өзгеруіне әкеп соқтырады, яғни, ЖЖ тораптың параметрлерінің жиіліктік тәуелділіктері де секірісті өзгеріп отырады. Кестеге қарап отырсақ, бұл өзгерулер тек ЖЖ байланыс арнасы ұйымдастырылған ӘЖ-нің қосылып-өшкенде ғана емес, басқа ӘЖ-лердің қосылуының салдарынан да болады. Олар ПС шеттерінің шиналарына сәйкес болуы қажет ($Z_{вх.ПС}$ өзгеруінің арқасында).

ӘЖ шеттерінің коммутациялық жағдайының ЖЖ торабының параметрлеріне әсерін мына мысал ретінде қарастырайық. Бұл жерде біз тармағы бар желі бойынша ЖЖ торап өшуінің жиіліктік сипаттамасын қарастырамыз. 2.7 суретте қосылған желі үшін және (2.6 а суреттің қайталауы) ПС тармақтары өшкен кездегі (тармақ соңындағы желі оқшауланған) торап өшуінің жиіліктік сипаттамалары көрсетілген.

2.3 Ауа температурасының әсері

Қоршаған орта температурасының өзгеруі фаза биіктігі көрсеткішінің өзгеруіне әкеп соқтырады. Бұл жердегі жоғалуларды өзгертеді, соның салдарынан өшу мен желідегі сигнал таратылу жылдамдығы да өзгеріп отырады. Температура жоғарылаған сайын биіктігі жебесі де жоғарылайды, яғни, жер әсерінен жоғалулар да көбейеді.

Алайда, әртүрлі желіге қосылу сұлбаларына температура әсері бірдей емес. «Бірмодалы» қосылу сұлбаларына (мысалы, орталық фаза – фазалары көлденең орналасқан транспонирленбеген ӘЖ-нің жері) жебенің өзгеруі өшудің өзгеруіне себеп болады. Сигнал жиілігі жоғары болған сайын өшу өзгеруі де жоғары.

«Көпмодалы» қосылу сұлбалары үшін (мысалы, шеткі фаза – фазалары көлденең орналасқан транспонирленбеген ӘЖ-нің жері) жағдай басқаша. Мұндай тораптардың өшуінің жиіліктік сипаттамаларында Мұндай тораптардың өшуінің жиіліктік сипаттамаларында «өшу жолағы» атты облыстар пайда болуы мүмкін. Олардың көлемінде желінің белгілі бір мөлшерінде «резонансты» өшу жоғарылауы пайда болады. Мұндай тораптар үшін температура өзгеруі «өшу жолағының» жиілігінің өзгеруіне әкеледі.

2.4 Өлшеу жүргізудің тәсілдері

ЖЖ торабың сипаттайтын, жұмысқа кірісудің алдында өлшенуге тиіс және жұмыс барысында өлшенуге тиіс параметрлерге мыналар жатады:

а) жұмыс өшуі;

б) кіріс кедергісі;

в) кіріс кедергінің сәйкес еместілігінің өшуі.

Өлшену орындау барысында ЖЖ торап параметрлері туралы ақпарат дұрыс шығуы тиіс, және бұл тәуелділіктерді толық зерттеу үшін нақты деректер табылуы керек. Тек қана осындау нәтижелерге ғана арқа сүйеп, торап пареметрлері нормаға сай екендігі және осы торап бойынша арналарды жұмыс істеткізуі туралы шешім қабылдауға болады. Егер де нәтиже теріс болып шықса, осы деректер параметрлердің өлшенген мәндеріне сәйкес еместілігінің себептерін табуға мүмкіндік беруі тиіс. Немесе осы себептерді нақтылау үшін қосымша өлшенулер жасалынатын бағадарлама жасалынуы керек.

Бұл бөлімде тораптың параметрлері анықталатын қандай өлшену сұлбалары қолданылуы керек туралы кеңес беріледі. Сонымен қоса, парметрлердің өз ерекшеліктері ескерілетін нұсқаулықтар да кездеседі. Оларға: жиілікке тәуелділік, электр желісіндегі коммутация, ауа райы және т.б.

3 ЖЖ құрылғыларының түрлері

3.1 ССТМ «ES100» құрылғысы

3.1.1 Құрылғы сипаттамасы. ССТМ «ES100» аппаратурасы кернеулердің барлық кластарының электр берілісі желілері бойынша телемеханикалық ақпаратты беру және мәліметтер жіберу жүйелерінде ведомстволық диспетчерлік және технологиялық басқару арналарын ұйымдастыруға арналған.

Аппаратураның беру/қабылдаужиіліктерінің номиналды жолақтары 4 кГц қадаммен 16 бастап 1000 кГц дейін жиіліктер диапазонының шектерінде таңдап алынады.

Беру/қабылдаудың бір бағыты үшін жиіліктер жолағының номиналды ені 4 кГц қадаммен 4 кГц бастап 56 кГц дейін. Спектрді жалпы және арна-арнамен инверсиялау қарастырылған.

Жалпы номиналды жиіліктер жолағы бағдарламалық жолмен ақпаратты ЧРС және ВРС режимдерінде беретін арналар арасында бөлінеді.

Аппаратура қабылдау және беру бағыттарының өткізу жолақтарының алшақтанған және шектес орналастырылуымен жасалады.

Беру/қабылдау бағыттары алып отыратын жолақтар 4 кГц ×n. Мұнда n – аппаратурадағы арналар саны.

Жолақтардың алшақтанған орналастырылуы кезінде беру/қабылдау бағыттарының жолақтарының шеттері арасындағы жиіліктердің алшақтауы кемінде 8 кГц.

Көрші аппаратураны қосу жиіліктердің беру жолағына беру жолағының еніне жақын емес, бірақ кемінде 8 кГц, қабылдау жолағына 8 кГц жақын емес алшақтанған орналасуы кезінде мүмкін болады.

Аппаратураның нақты орындалуы 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте – Құрылғы әсерінен 1,5 дБ-ден аспайтын өшу

Қабылдау/тарату жолақтарының орналасуы		Қайта салу жиілігі, кГц								
		Қабылдау/тарату жолағының ені, кГц								
		4	8	12	16	20	24,28	32-44	48	52,56
алшақтанған	қабылдау	8	8	10	10	10	10	12	16	24
	тарату	8	8	12	16	20	24	32	44	60
сыбайлас	қабылдау+тарату	8	16	24	32	40	48	64	96	120

«ES100» аппаратурасы телефония арналарын ұйымдастыруға, мәліметтер беруге және телемеханикаға арналған.

Аналогтық режимде ССТМ «ES100» аппаратурасы 0,3 бастап 2,0/3,7 кГц дейінгі жолақта сөздік ақпаратты беру үшін екі және төрт сым аяқталулары бар стандартты немесе құрама телефон (ТФ) арналарын ұйымдастыруды қамтамасыз етеді. Аналогтық ТЧ арналар саны 1 бастап 21 дейін.

Стандартты ТФ арнасы – төрт сымды, тиімді берілетін жиіліктер жолағы 0,3 бастап 3,4 кГц дейін, 0,3 бастап 3,7 кГц дейін, беру бағытында минус 13,0 дБ, қабылдау бағытында плюс 4,0 дБ деңгейлері бар, деңгейдерді 0,1 дБ қадаммен номиналды мәннен ±5 дБ шегінде реттеуі бар.

Құрама арна_– төрт сымды, ТФ арнасын ұйымдастыру үшін 0,3 бастап 2,0÷3,4 кГц дейін және телемеханика (ТАМ) арналарын ұйымдастыру үшін 3.2 кестеде 2,1 бастап 3,7 кГц дейін жолақтарға бөлінген.

3.2 кесте – Құрылғы әсерінен 1,0 дБ-ден аспайтын өшу

Қабылдау/тарату жолақтарының орналасуы		Қайта салу жиілігі, кГц								
		Қабылдау/тарату жолағының ені, кГц								
		4	8	12	16	20	24,28	32-44	48	52,56
алшақтанған	қабылдау	10	10	12	12	12	12	14	18	30
	тарату	16	16	24	32	40	48	50	66	92
сыбайлас	қабылдау+тарату	16	32	48	64	80	96	128	192	240

Жиіліктердің 8 кГц номиналды жолағы кезінде 4 кГц жолақтардың әрқайсысын жоғарыда баяндалғанға ұқсас бөле отырып, 4 кГц екі жолаққа, немесе телефон сигнализациясының және сөз арнасының әрбір жолағын 0,3 бастап 2,4 кГц дейін орналастыра отырып, 8/3 кГц үш жолаққа бөлу жүргізіледі. Аналогтық арналардың 12/16 кГц номиналды жолағы кезінде жоғарыда келтірілгендерден әртүрлі комбинациялар жасалады.

Сыртқы модемдердің аналогтық кірістерін/шығыстарын қосу мүмкіндігі қарастырылған.

Жұмыстың *цифрлық режиминде* аппаратура V.42 хаттамасы бойынша 4 кГц жолақта 30 кбит/с дейін жылдамдықпен модульдеудің кіріктірме QAM модемінің көмегімен мәліметтер жіберудің сандық арнасын ұйымдастыру мүмкіндігіне ие болады.

Цифрлық режим деноминалды 4 кГц жолақта:

а) 3ТФ арнасына дейін;

б) 2 ТФ арнасы + 1телемеханика (ТМ) арнасы + 1мәліметтер жіберу (МБ) арнасы ұйымдастырылуы мүмкін.

Ескертулер:

а) жылдамдығы 100 бит/с ТМ модемі үшін сандық ағынның 1200 бит/с жылдамдығы қажет;

б) ТФ арнасының жылдамдығы 6400 бит/с;

в) арналардың бөліну мысалдары 3 қосымшада келтірілген.

4 кГц көбірек номиналды жолақ кезінде МБ арнасының жылдамдықтары мультиплекстеледі.

МБСА ұйымдастыру 28 кГц дейін ортақ жолақта мүмкін болады, бұл кезде жылдамдық 152 кбит/с дейін құрауы мүмкін.

МБ және ТМ арналарында сондай-ақ RS422, RS485 түйіспесіне ауыстырып қосу мүмкіндігі қарастырылған, Ethernet бойынша мәліметтер жіберу арнасын ұйымдастыру мүмкіндігі бар.

Қайта қабылдау режимінде аппаратура мынандай мүмкіндіктерге ие:

а) беруге номиналды деңгейді транзиттік ұзартқыштың көмегімен 17,0 дБ орнату, яғни, +4,0 дБ шығыс деңгейді минус 13 дБ түрлендіру;

б) қабылдаудағы номиналды деңгейді аппараттық әдіспен іске асырылған транзиттік ұзартқыштың көмегімен 17,0 дБ орнату, яғни, +4,0 дБ кіріс деңгейді стандартты - минус 13 дБ кіріс деңгейге түрлендіру, бұл НЧ арнадағы кіріс АЦП шамадан тыс күш түсуін болдырмауға мүмкіндік береді;

в) қарама-қарсы станциямен қайта қабылдау режимінде жұмыс істеуге мүмкіндік беретін, ТМ және ТАҚ арнасында жұмыс режимдерін белгілеу, бұл басқа 4 сымды арналарға одан әрі қайта қабылдауды жүргізуге мүмкіндік береді;

г) сандық ағындарды қайта қабылдауларды жүргізуге, қолданушылардың интерфейстерін конверттеуге мүмкіндік беретін, МБСА әртүрлі жұмыс режимдерін белгілеу.

Барлық режимдерді басқару, аппаратураның жағдайын бақылау (диагностика) сыртқы ДК басқару бағдарламасының көмегімен немесе *өзінің VC100 басқару құрылғысынан* жүргізіледі, оны қосқан кезде оның экранына қажетті ақпаратты шығару жүргізіледі.

Аппаратура мыналарға ие:

а) телефонияның кіріктірме платалары – АЛ-АТС, АДАСЭ хаттамалары бойынша жұмыс істейтін, тапсырыс бойынша орнатылатын телефондық автоматика құрылғылары (ТАҚ);

б) ТЧ арнасының тон үстіндегі диапазонында 1200 бит/с дейін және тональдық диапазонда 1200/2400 бит/с *FSK модульдеудің кіріктірме асинхронды модемдері.* RS232 түйіспесі бойынша кіріс/шығыс импульстардың параметрлері – стандартты екі деңгейлі сигнал;

в) Онымен қоса, аппаратурада бөгде өндірушілердің FSK модульдеудің сыртқы асинхронды модемдерінің аналогтық кірістері-шығыстары бойынша 100 бастап 2400 бит/с дейін жылдамдықпен жұмыс істеу мүмкіндігі қарастырылған (еркін жиіліктер режимі).

Станциялар қабылдау және беру бағыттарында ретке келтіру жиіліктерімен өзгешеленеді.

ССТМ «ES100» аппаратурасы биіктігі 6U типтік 19" конструктивтің базасында жасалған.

Аппаратура шкафпен бірге жинақпен жеткізілуі мүмкін, бұл тапсырыс картасында көрсетіледі.

Тұтынушыға жеткізілетін аппаратурада тапсырыстың жеке картасына сәйкес, айнымалы параметрлердің нақты мәндері іске асырылады.

Аппаратура пайдаланған кезде жасаушы кәсіпорында оқытып-үйретуден өткен біліктілігі жоғары мамандардың *икемді*

реконфигурацилауына (арналардың саны, таратын жиіліктер, телефония платаларының жұмыс хаттамалары, модемдердің конфигурациясы бойынша) жол береді.

Аппаратура:

а) МЕМСТР 51317.4.3-2006 (СТО 56947007-29.240.044-2010) бойынша 3 класты электромагниттің жағдай кездерінде пайдалануға арналған аппаратураға;

б) радиокедергілердің жол берілетін деңгейі бойынша - МЕМСТР 51318.22-2006 бойынша А класты аппаратураға;

в) электр тогымен зақымданудан қорғау тәсілі бойынша - МЕМСТ 12.2.007.0-75бойынша I класты аппаратураға;

г) сыртқы ортаның механикалық факторларының әсер етуі бөлігінде, пайдалану жағдайлары бойынша - М6 тобына *жатады.*

МЕМСТ 15150-69 бойынша УХЛ 4.2 аппаратурасының *климатты қорыналу түрі*: ауаның 80% дейін салыстырмалы ылғалдылығы және 25^0 С температура, 60 кПа (450 мм сын.бағ.) төмен емес атмосфералық қысым кезінде жұмыс температураларының 1^0 бастап 45^0С дейін аралықтарымен.

Тапсырыс бойынша температуралардың – минус 40 - +55 градус С кеңейтілген жұмыс диапазоны бар модификациясы шығарылуы мүмкін.

3.2 Әуе желісі бойынша ЖЖ байланыс арнасын ұйымдастыру

3.2.1 Электр берілісі желісінің конструктивтік ерекшеліктері.ЖЖ аяқталулардың жағынан беру/қабылдау бағыттарындағы үйлесімсіздіктің бәсеңдеуі:

а) 75 Ом (симметриялы емес) белсенді кедергіге қатысты кемінде 10 дБ.

ЖЖ аяқталулардың жағынан беру/қабылдау бағыттарындағы үйлесімсіздіктің бәсеңдеуі:

а) 150 Ом (симметриялы) белсенді кедергіге қатысты кемінде 10 дБ.

Осы қосу кезінде орташа нүктеR= (37,5±4,0) Ом, 12 Вт. арқылы жерге тұйықталған. Аппаратура енгізетін бәсеңдеу өткізу жолағының шетінен жиілікке реттеу кезінде кестеге сәйкес 1,5 дБ аспайды. Аппаратура енгізетін бәсеңдеу өткізу жолағының шетінен жиілікке реттеу кезінде кестеге сәйкес 1,0 дБ аспайды. Бір қосу фильтріне параллель қосылған аппаратура станциялары арасындағы жиілік бойынша айырма норма үшін өткізу жолағының шетінен реттеу кезінде кестеге сәйкес ≤1,5 дБ.

Симметрияды қосу кезінде 50 Гц жиілікте желілік ЖЖ тізбектердің асимметриясының бәсеңдеуі кемінде 40 дБ. Станцияның ЖЖ шығысында белгіленетін, сигналдарды орағытып өтушінің пиктік қуаты кестеде келтірілген нормаларға сәйкес келеді. Әр арнаға бірқалыпты күш түсіру талаптарын негізге ала отырып, арналардың санынан квадраттық тәуелділік бойынша 5 арнаға дейін есептелінген. Қуат 0,1 дБ қадаммен бағдарламамен реттеледі. Станцияның ЖЖ шығысында белгіленетін, телемеханиканың әрбір шағын арнасындағы ТФ және ТМ сигналдарының, бақылау жиілігінің,

шақырылатын жиіліктердің деңгейлері, ±0,5 дБ жол берумен, арнадағы деңгейден кестеде көрсетілген шамаға төмен болуға тиіс. Орағытып өтушінің пиктік қуатына тең шығыс қуат кезінде, беру жолақтарынан тысқары $\Delta f = f_{жоғ} - f_{төм}$ паразиттік сәулеленулердің жол берілетін деңгейі кестеде келтірілген шамаларға сәйкес келеді.

Қабылдағыштың ЖЖ кірісінің бақылау жиілігінің сигналы бойынша номиналды сезімталдығы минус 26 дБм (минус 35 дБн) және 0,5 дБ қадаммен кемінде 10 дБ азаю шамасына реттеледі, бұл кезде ЧРС арналарында өлшенген шу минус 50 дБ аспайды. ВРС МБСА арналарында қателер коэффициенті 10^{-7} аспайды. Сезімталдық та 25 дБ арттырылуы мүмкін.

Аппаратураның шығыс ЖЖ тізбектерін кемінде 200 мА өнеркәсіптік жиіліктегі ток айналып өткен кезде таратқыштың қуаты 0,5 дБ аспайтын шамаға төмендейді. ТЧ арнадағы желілік емес бұрмаланулардың деңгейі, бұл кезде, оның кірісіне жиіліктері 1200 Гц пен 2000 Гц және деңгейлері минус 6 дБм дейін сигналдар берілген кезде минус 40 дБм аспайды.Аппаратураның шығыс ЖЖ тізбектерін кемінде 200 мА өнеркәсіптік жиіліктегі ток айналып өткен кезде кіріс фильтрдің шығысында сигнал желісінен қабылданатын деңгей 1 дБ аспайтын шамаға төмендейді. ТЧ арнадағы желілік емес бұрмаланулардың деңгейі, бұл кезде, оның кірісіне жиіліктері 1200 Гц пен 2000 Гц және деңгейлері минус 6 дБм дейін сигналдар берілген кезде минус 40 дБм аспайды.

Аппаратура жиіліктердің жұмыс жолағынан тысқары ЖЖ кірістегі кестеде көрсетілген шамалардан кем емес (жиіліктердің номиналды жолағының шеті мен әсер ететін сигналдың жиілі арасындағы жолақтың Δf шамасына байланысты) әсер ететін сигналдың деңгейлері кезінде өзінің барлық функцияларын және регламенттелетін параметрлерін орындай отырып жұмыс істейді. Бұл кездекедергі келтіретін сигналдан кедергілердің деңгейі ТЧ арнасының екі және төрт сымды аяқталуларында минус 55 дБм аспайды; сандық ағынның қателер коэффициенті ($K_{ош}$) 10^{-6} аспайды.

Қабылдау трактының ЖЖ кірісіндегі сигнал 40 дБ өзгерген кезде, күшейтуді автоматты реттеу сөзді қабылдау трактының шығысындағы сигналдар деңгейінің тұрақтылығын ±0,5 дБ дәлдікпен қамтамасыз етеді. ТЧ арнадағы АРУ жүйесінің уақыт тұрақтысы адаптивті және:

а) сигналдың кіріс деңгейі 1,5 бастап 40 дБ дейін секіріс түрінде өзгерген кезде 5 дБ/с;

б) кіріс деңгей бірқалыпты өзгерген кезде және сигналдың кіріс деңгейі 0,5 бастап 1,5 дБ дейін секіріс түрінде өзгерген кезде 1 дБ/ссәйкес келеді.

АРУ жүйесі МУС, немесе ЖЖ трактты қоректендіру жоғалып кеткен жағдайға реттелетін шегі бар, сезімталдықты шектегішпен жабдықталған. АРУ орныққан режимге шығу және арнадағы аппаратураны қосқан кезде синхронизацияны орнату үшін қажетті уақыт 0,5 мин аспайды. Жиіліктер шектес орналасқан кезде, аппаратура ЖЖ трактпен үйлеспеу 5 дБ дейін бәсеңдеген кезде жұмысқа қабілеттілігін сақтайды (Қар.осы режимде жұмыс

істеу ерекшеліктері).

ТЖ интерфейстердің техникалық сипаттамалары. Аппаратура мыналарға ие:

а) телефонияның кіріктірме платалары - АЛ-АТС, АДАСЭ хаттамалары бойынша жұмыс істейтін, тапсырыс бойынша (тапсырыс картасын қар) орнатылатын телефондық автоматика құрылғылары (ТАҚ);

б) ТЧ арнасының тон үстіндегі диапазонында 1200 бит/с дейін және тональдық диапазонда 1200/2400 бит/с *FSK модульдеудің кіріктірме асинхронды модемдері*. RS232 түйіспесі бойынша кіріс/шығыс импульстардың параметрлері - стандартты екі деңгейлі сигнал. RS422, RS485 түйіспелеріне ауыстырып қосу мүмкіндігі қарастырылған.

Онымен қоса, аппаратурада бөгде өндірушілердің FSK модульдеудің сыртқы асинхронды модемдерінің аналогтық кірістері-шығыстары бойынша 100 бастап 2400 бит/с дейін жылдамдықпен жұмыс істеу мүмкіндігі қарастырылған (Еркін жиіліктер режимі).

Аналогтық режим.

Аналогтық режимде ССТМ «ES100» аппаратурасыстандартты немесе құрама телефон (ТФ) арналарын ұйымдастыруды қамтамасыз етеді және номиналды жолақтың төменгі шекарасына қатысты 0,3-3,4 кГц жолақты немесе екі және төрт сымды аяқталулар бар әр шекарадан = 4 кГц жолақты алып жатады. ТЧ аналогтық арналар саны 1 бастап 21 дейін.Аналогтық арналардың жиіліктерінің 4 кГц тең номиналды жолағы кезінде бағдарламаланатын жиіліктер жолақтары:

а) стандартты ТЧ арна (0,3бастап 3,4 кГц дейін) – сөздік және телефон сигнализациясын беруге арналған;

б) 0,3 бастап 3,7 кГц дейін – транзит үшін;

в) құрама ТЧ арнасы (ТФ+ТМ):

г) тональдық ТФ 0,1 кГц қадаммен 0,3÷2,0 бастап 0,3÷3,4 кГц дейін;

д) тональдық ТМ арнасы 2,1бастап 3,7 кГц дейін.

Номиналды беру/қабылдау деңгейлері 0,1 дБ қадаммен, номиналды мәннен ±5 дБ шектерде реттеледі.

Төрт сымды арнада белгіленген номиналды деңгейлер ±0,5 дБ жол берумен, кірісте минус 13,0 дБм, шығыста плюс 4,0 дБм ±0,5 дБжол берумен. Екі сымды арнада ±0,5 дБ жол берумен, кірісте 0 дБ, шығыста минус 7,0 дБм.

Кідірістің жиынтық уақыты 55 мс. Аналогтық арналардың жиіліктерінің 8 кГц тең номиналды жолағы кезінде:

а) жолақтардың әрқайсысын жоғарырақта берілген сипаттамаға ұқсас 4 кГц бөле отырып,4 кГц-тен екі жолаққа;

б) осы жолақта 3 ТФ арнаны және 200 Бит/с екі модемді орналастыра отырып, 8/3 кГц-тен үш жолаққа бөлу жүргізіледі.

Мысалға, егер16 кГц жолақ бар болса, онда мұнда, осы режимді пайдалана отырып, 6 ТФ арнасын, 200 Бит/с 4 ТМ арнасын, ал 48 кГц жолақ кезінде -18 ТФ арнасын және 12 ТМ арнасын ұйымдастыруға болады.Бұл

режимді пайдаланған кезде, тығыздалған сандық ТФ нүкте-нүкте арнасын пайдалану ережелерін сақтау қажет болмай қалады, яғни НЧ қайта қабылдау мүмкіндігі пайда болады. Аналогтық арналардың 12 кГц жиіліктерінің номиналды жолағы кезінде жоғарырақта сипатталғанға ұқсас, әртүрлі комбинациялар іске асырылады.

Екі және төрт сымды НЧ аяқталулар жағынан 600 Ом белсенді кедергіге қатысты [3]үйлеспеудің бәсеңдеуі кемінде 14 дБ. Арналардың екі және төрт сымды НЧ аяқталуларының үйлеспеуінің бәсеңдеуі кемінде 40 дБ. Қабылдауда қалпына келтірілген дыбыс жиілігінің сигналдары берілгендерден жиілігі бойынша 2 Гц аса ерекшеленбейді. Тікелей өтетін ТФ арнасындағы өлшенген шудың деңгейі минус 55 дБ аспайды. 0,3 бастап 3,4 кГц дейінгі диапазонда жатқан 350 Гц жиіліктен кез келген гармониканың деңгейі, ТФ арнасының кірісі не минус 3 дБ деңгейдегі 350 Гц жиілік пен сигнал берген кезде ТФ арнасының шығысында минус 40 дБ аспайды.

Компандердің кірісіндегі өзгертілмеуге тиіс сигналдың деңгейі минус 13,0 дБм құрайды, компандердің шығысында плюс 4,0 дБм.Компандтау (экспандтау) диапазоны 2:1:2 құрайды. Амплитудаларды шектегіштің әрекететуі минус 3 дБ бастап 0 дБ дейінгі диапазонда 0 дБ (екі сымды аяқталу: беруде минус 7,0 дБ және қабылдауда 0 дБо) салыстырмалы деңгейі бар нүктеде жолақтағы 0,3 бастап 3,4 кГц дейін кез келген жиілікте басталады.

Кіріс деңгей 0 бастап 15,0 дБ дейін артқан кезде таратын жиіліктердің шығыс сигналының деңгейінің артуы 3 дБ аспайды. ТФ арнасының қабылдау трактында ТМ шағын арнасы жасайтын кедергілердің деңгейі жақын және алыс ұштарда минус 50 дБм (псофометриялық) аспайды. Жақын және алыс ұштарда беру/қабылдау арналары арасындағы өтпелі бәсеңдеу кемінде 50 дБ. Тура өтетін стандартты және құрама (3.3 кесте) ТФ+ТМ арнаның амплитудалық-жиілік.

3.3 кесте – Станцияның ЖЖ шығысында орнатылатын сигналдың максималды қуаты

Бойлайтын құрылғының максималды қуаты, $P_{ном}$ Вт/дБн (дБм)	Жиіліктік диапазон, кГц	Арнаның номиналды қуаты, дБн (дБм)				
		1	2	3	4	5 және аса
80/40,0 (49)	16-дан 400-ге дейін (қоса)	40 (49)	34 (43)	31 (40)	29 (38)	27 (36)
40/37,0 (46)	400-ден 700-ге дейін (қоса)	37 (46)	31 (40)	28 (37)	26 (35)	24 (33)
30/36,0 (45)	700-ден 1000-ға дейін	36 (45)	30 (39)	27 (36)	25 (34)	23 (32)

Тура өтетін ТФ арнасының және ТФ+ТМ арнасының өтуінің топтық уақытының ауытқуы 12-15 суреттерге сәйкес диаграммамаларға сай келеді. Эквалайзерлер әр нүктеде ±6 дБ шегінде 0,3 бастап 3,4 кГц дейінгі диапазонда тоғыз нүктеде АЖС бұрмалануларын бағдарламалық түзетуді қамтамасыз етеді және суреттерге сәйкес АЖС бірқалыпсыздығын іске асырады. Бірінші эквалайзер ТЧ арналарының әрқайсысында бастапқы қолмен ретке келтіруді қамтамасыз етеді.

Жылдамдық модемінің құрамындағы екінші эквалайзер, сандық режимде жұмыс істеген кезде, қосылыс орнатылғанда, қателердің минималды коэффициенті бойынша автоматты ретке келтіруді қамтамасыз етеді. Сөздік сигнал трактында жаңғырық тосқауылын орнату «жаңғырық» сигналы үшін беру трактына кемінде 30 дБ бәсеңдеуді енгізеді. FSK модульдеудің кіріктірме модемдері телеақпараттың екі деңгейлі сигналдарының, 3 кОм кіріс кедергі кезінде кірістегі кернеудің ±3 бастап ±18 В дейін амплитудасымен:

а) 100 бит/с (әрбір ТЧ арнада үшке дейін);

б) 200 бит/с (әрбір ТЧ арнада үш данаға дейін);

в) 300 бит/с (100+300+300 режимде);

г) 1200 бит/с надтональдық диапазонда 2,56 бастап 3,7 кГц дейін;

д) 1200 бит/с диапазонда 0,3 бастап 2,4 кГц дейін;

е) 2400 бит/с диапазонда 0,3 бастап 3,4 кГц дейін жылдамдықтарда берілуін және ТМ шығысында 1,6 кОм жүктемеде («ілмек тогы») кернеудің (15,0 ±2,0) өрісімен екі деңгейлі сигналдардың қалыптасуын қамтамасыз етеді.

RS422/485 түйіспесі бойынша жұмыс істеу мүмкіндігі қарастырылған. Беру жылдамдықтарындағы өз дірілдеулерінің деңгейі:

а) 100 бит/с – 1 %;

б) 200 бит/с – 1 %;

в) 300 бит/с – 2 %;

г) 1200 бит/с – 4%; Тональдық диапазонда - 2%;

д) 2400 бит/с – 5%.

Аппаратура сыртқы модемдердің минус 8,0 дБм бастап минус 30,0 дБм дейінгі шектерде өзгеріп отыратын беру/қабылдау деңгейлерімен жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Бөгде өндірушілердің сыртқы асинхрондық FSK модульдеу модемдерінің аналогтық кірістері/шығыстары бойынша 100 бастап 2400 бит/с дейінгі жылдамдықпен жұмыс істеу мүмкіндігі (еркін жиіліктер режимі) қарастырылған.

Аппаратура телефон арнасы бойынша қосылудың келесі түрлерін қамтамасыз етеді:

а) нүкте-нүкте (ЦБ тікелей телефоны);

б) АДАСЭ сыртқы құрылғысы–жолақ ішіндегі сигнализациясы бар АТС;

в) қашық абонент – екі және төрт сымды қосылуы бар АТС;

г) АТС-Е&М сигнализациямен төрт сымды қосылуы барАТС;

д) АТС- Е&М сигнализациямен 2/4 сымды қосылуы және режимді басқаруы бар АТС.

Цифрлық режим

Әртүрлі ОСШ және бейімделудің әртүрлі сатылары кезіндегі мәліметтерді синхронды биттік ағын түрінде беру жылдамдығы 9 Кестеде келтірілген. Жылдамдықтар аппаратураны пайдаланудың кез келген кезеңінде таңдап алына және орнатыла алады.

Ескертулер:

а) қабылдайтын/таратын жиіліктің сигналы үшін деңгейдің төмендетілуі көрсетілген. Модеммен қосылыс орнатылу сәтінде өлшенеді;

б) модем сигналының деңгейі орташаквадраттық түрге ие;

в) модем сигналының пик - факторы 5 дБ дейін;

г) қажетті SNRBER негізге ала отырып, 1х10-6 аспайтынға тең етіп көрсетілген;

д) биттік ағынның көп жағына дөңгелетілген түрдегі жылдамдығы бақылау жүйесінде көрсетіледі;

е) сыртқы жабдықпен жұмыс істеген кезде V42 хаттамасы бойынша жылдамдықты ескеру керек;

ж) сөзді МБСА бойынша беру үшін биттік ағында, 6400 Бит/с жылдамдық қажет;

и) ашық, кодқа тәуелсіз МБСА бойынша ТМ беру үшін әрбір 100 Бит/с-қа 1200 Бит/с биттік ағын бөлу керек;

к) бақылау жүйесінде SNR есептеу биттің қуатының шудың қуатының спектрлік тығыздығына қатысы ретінде жүргізіледі;

л) қателер коэффициентінің ОСШ-ға тәуелділіктері келтірілген.

Аппаратура жұмыстың сандық режиміндекемінде 34 дБ ОСШ кезінде V.42 хаттамасы бойынша 30 кбит/с 4 кГц дейін жылдамдықпен, кіріктірме модемнің көмегімен мәліметтер жіберудің сандық арнасын (МБСА) ұйымдастыру мүмкіндігіне ие. МБСА оптималдандыру қажет болған кезде, беру мен қабылдау бойынша жылдамдықтар әртүрлі болуы мүмкін.

8 кГц аспайтын жолақта, сандық мәліметтерді мультиплекстеу режимінде, мәліметтерді синхронды биттік ағын түрінде беру жылдамдығы кестеде келтірілген.

Ескертулер:

а) кедергілер 4 кГц жиіліктер жолағында анықталады (нормаланады). «Ақ шу» кедергісінің сипаты;

б) қателер коэффициенті - 10^{-6} құрайды.

RS-232 порттары:

а) 0,11; 0,3; 0,6; 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 14,4; 16,8; 19,2; 38,4; 57.6; 115,2 кБит/с жылдамдықтарда жұмыс істеуге мүмкіндік береді;

б) стоп-бит саны 1 немесе 2. Жұптылық биті берілуі мүмкін;

в) жөнелтудің ұзындығы: 5, 6, 7 немесе 8 Бит құрайды.

Ақпарат көздерін ажыратқан кезде мәліметтер жіберу жылдамдығын

төмендету белгіленетін басымдылықтарды ескере отырып жүргізіледі.

Бейімделу параметрлері, (4 кГц әрбір жолақ үшін жеке-жеке):

а) 10^{-5} қателер коэффициенті кезінде,үлкен жылдамдықтардан аз жылдамдыққааустырып қосулар;

б) 10^{-7} қателер коэффициенті кезінде, аз жылдамдықтен көп жылдамдыққа ауыстырып қосулар;

в) ауыстырып қосу уақыты (гистерезис) 15 с құрайды;

г) бейімделу режимі ажыратылуы мүмкін.

МБСА кідіру уақыты MD блокы арқылы және мәліметтерді мультиплекстеу режимінде 140 мс құрайды. Аппаратурада мультиплексор бар. Мультиплексор MD100 блоктарынан (4 кГц жолақтарынан), басқару бағдарламасы бойынша берілгендерден сандық ағындарды жиынтықтауды жүргізеді. Жалпы сандық ағынның мультиплексордың қызметтік ағынына жылдамдықтан айырылулары 10% аспайды.

Жалпы сандық ағынның жылдамдықтарының әрқайсысы үшін оны ақпараттық жүктеудің әртүрлі үйлесімдері: сөздік арналар, ашық кодқа тәуелсіз режимі бар ТМ арналарының әртүрлі саны, синхронды (152 кбит/с дейін жылдамдықта) және асинхронды (0,1 бастап 2,4 кбит/с дейін жылдамдықта), мәліметтер жіберу арналары іске асырылған.

Бәсеңсудің 2 дБ аспайтын шамаға секірулері байланыс арнасының үзілуіне алып келеді:

а) 4, 8 және 16QAM кезінде;

б) 32, 64 және 128 кезінде QAM- 5 с.асатын уақытқа.

Байланыс арнасының үзілуі 10^{-3} көп BER кезінде пайда болады. Кедергілердің қысқа мерзімді (1 мс аспайтын) қайталанатын (1000 имп/с дейін) серпіндері кезінде байланыс арнасының үзілу уақыты 5 с аспайды.

Кідіру уақыты:

а) аналогтық және ТМ арнасында – 55мс;

б) аналогтық және ТМ арнасындақайта қабылдау режимінде– 25 мс;

в) сандық арнада (қысылған сөз) – 140 мс;

г) МБ арнасында – 140 мс.

Қолданбалы интерфейстер оларға мына түйісулер мен мәліметтер жіберу арналарының (синхрондық және асинхрондық) қосылуын қамтамасыз етеді: RS232, RS422/485, Ethernet, Modbus, UDP, TCP/IP хаттамалары. Қолданбалы интерфейстердің саны бір станциядағы MD100 блоктарының санына байланысты RS232 7 дейін, RS422/485 7 дейін, Ethernet – 2, USB – 1 данаға жетуі мүмкін. Сандық сөздік арна қысылудың G729 стандартты алгоритмін пайдалануға тиіс. Кідірістің жиынтық уақыты – 140 мс Арнада өзінің ТАҚ-нан АДАСЭ сигналдарын жіберу мүмкін болады. Бір 4 сымды қайта қабылдауы болуы мүмкін.

ТФ арнасында факс, АДАСЭ, DTMF–сигналдар жіберуге болады. Қабылдау трактының орталық жиілігінде, ± 2 кГц шегінде өзгеретін жолақта МБ арнасындағы селективтік кедергінің жол берілетін деңгейі модемнің

жұмыс істеуінің максималды жылдамдығында, кестелер бойынша модемнің сигналына қатысты минус 34-тен аспайтын шаманы құрауға тиіс.

Аралас режим

ССТМ «ES100» аппаратурасында, бөлінген диапазонның кез келген жолағында синхронды модем жұмыс істейтін, ад қалған жолақтар аналогтық сигналдармен айналысатын, аралас режимді пйадалану мүмкіндігі бар. Мұндай режимді, оны ТФ режимінде пайдаланусыз, бұл модем бойынша тек мәліметтер беру қажет болғанда пайдаланған тиімді.

Суретте аралас режимде жиіліктер спектрін пайдалану мысалы келтірілген.

3.3 ETL600 - сенімді және қауіпсіз шешім

3.3.1 Құрылғы сипаттамасы.Кең жолақты жүйелерге тек сандық мәліметтердің үлкен көлемдерін беріп отыру қажет болған жағдайларда ғана жол беретін, технологиялық байланыс арналарын жасаудың үнемді әрі сенімді шешімі болып табыла отырып, ЖЖ байланыс жүйелері энергетикада процестерді басқаруда 85 жылдан аса уақыт қолданылып келеді. Бірақ, тіптен сол кезде де маңызды ақпарат ағындарын резервтеу функциялары ЖЖ байланыс арналарының көмегімен іске асырылады.

ETL500 аппаратурасы енгізген жаңа технологиялық стандарттар әлі ұзақ уақыт қазіргі заманғы және көкейтесті болып қалады. АББ компаниясының бүкіл дүние жүзінде орнатылған ETL500 ЖЖ терминалдарының мирасқоры болып табыла отырып,бір мезгілде бұрынырақта қол жеткізбей келген бірқатар техникалық сипаттамалардыұсына отырып, ETL60 олардың функционалдылығын сақтап келеді.

Қазіргі энергетикада аналогтық ЖЖ арналардан сандық арналарға көшу әсіресе қиын іске асырылып отыр. Көп жағдайда бұл жобаларды қазірде бар жабдықты толығымен алмастыра отырып орындауды талап етеді. Бұл кезде модернизацияның құрбандары болып әбден жұмыс істеуге қабілетті байланыс арналары шығады. Өзге бір шектен шығу - сандық технологиялар оның қалыпты жұмыс істеуі үшін жарамсыз жиіліктерге бөлінеді.

Максималды икемді жүйелік архитектурасының арқасында, қазіргі сәтте аналогтық немесе сандық арналар қажет болып отырғандығына немесе болашақта қажет болатындығына тәуелсіз, жасалынып та қойған инвестицияларды сақтай отырып, ETL600 бұл көшуді анағұрлым жеңілдетеді. Қазірде бар ETL500 жабдығын жалғыз модульді алмастырып, ETL600 түрлендіруге болады. ETL600 сервистерінің көпшілігінің қосылу схемалары, жұмыс логикасы мен принциптері тиісті ETL500 функцияларына ұқсас.ETL600 және ETL500 басқару және қызмет көрсету әдістемелері ұқсас.Осы терминалдарды қашықтықтан бақылау олардың аралас желілерінде мүмкін болады. ETL500 жұмыс істеу тәжірибесі бар персоналға ETL600 пайдалануға да көшу оңай.

Әмбебап аппараттық-бағдарламалық архитектураға ие болып отырған ETL600 АВЧ (APLC) және ЦВЧ (DPLC) жабдық арасында жанды азапқа

салатын таңдауды болдырмайды. Орнатылған аппараттық құралдардың аясында пайдаланылып отырған аппаратураның функционалдылығын немесе жұмыс режимін оларды қолданушы мерзімді қызмет көрсету кезеңінде HMI басқару бағдарламасының көмегімен АВЧ-дан АЦВЧ немесе ЦВЧ-ға немесе кері қарай өзгерте алады. ЦВЧ арналардың интерфейстерінің типтері: X.21, RS-232, G.703.1 және Ethernet.

ETL600 жасап шығарған кезде оның функционалдық мүмкіндіктерін арттыра түсудің жұмыстың қауіпсіздігін, сенімділігін, сондай-ақ бейтұрақтандыратын факторларға орнықтылығын төмендетпеуіне ерекше назар аударылды.

Мәліметтер порттарын қоса отырып, барлық интерфейстік аяқталулар оқшауланған және EMC/EMIITU және тиісті ресейлік стандарттардың талаптарынан асып түсетін электрмагниттік әсер етулерден, асқын кернеулерден және импульстық келергілерден қорғауды қамтамасыз етеді.

а) 24…1000 кГц таратын жиіліктер диапазонында бір бүйір жолақты тікелей цифрлық синтездеу;

б) 4…12 кГц жолақта 1…3 АВЧ арнасы + , 4, 6, 8, 12, 16, 24, 28, 32 кГц жолақта ЦВЧ арнасы (АВЧ және ЦВЧ жиынтық жолағы 32 кГц аспайды);

в) 8 кГц жолақтағы 3 АВЧ арнасының арнайы режимі;

г) 4 РЗ командасын қатарлас бере отырып, 1…2 NSD600 кіріктірме жүйесі;

д) РЗ және ПА 24 дейін бірізді бере отырып, AES600 кіріктірме жүйесі;

е) оларды берудің ең аз уақытын қамтамасыз ететін, командалардың сигналдарын адаптивтік өңдеу;

ж) берудің аз уақытымен және 100…9600 бит/с жылдамдықпен,надтональдық спектрде 100 … 4800 бит/с жылдамдықпен 4 дейін біріктірілген модем;

и) OFDM– TCM модульдеумен және қателерді тікелей түзетумен (FEC), біріктірілген жоғары жылдамдықты модем;

к) максималды қолданбалы беру жылдамдығы 256 кбит/с аса;

л) 16цт каға дейін (5.3 немесе 6.3 кбит/с);

м) беру жылдамдығын арнаның сипаттамасына (DSA) және QoS динамикалық бейімдеу;

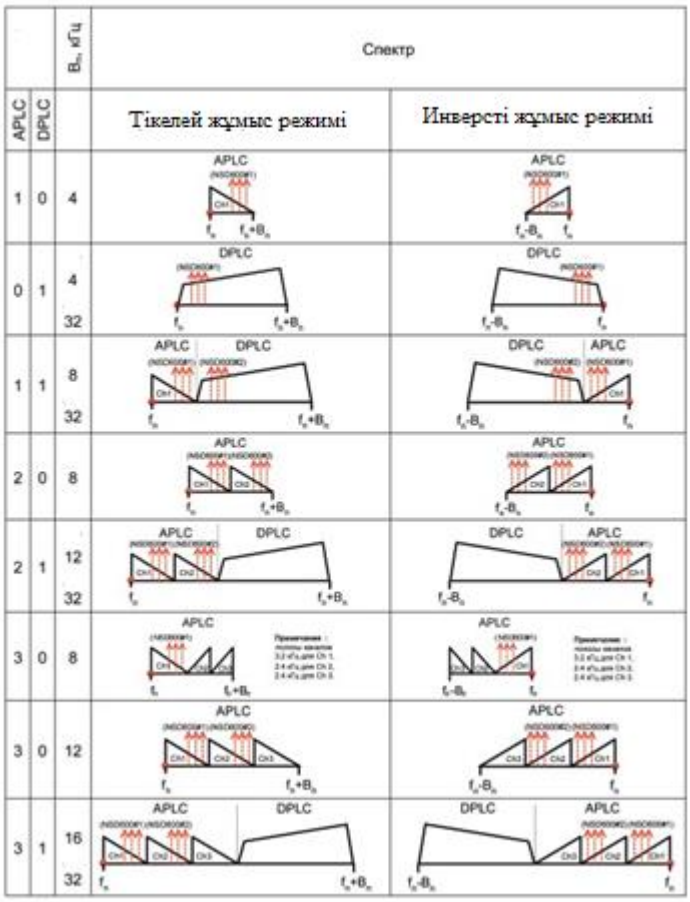
н) селективтік кедергілерді және біртексіздіктерді басып тастау жүйесі (AJS);

п) үзілулер және командалар беру кезінде қосылысты ұстап тұру жүйесі;

р) біріктірілген 10–арналық мультиплексор;

с) Windows базасындағы басқару және мониторингтеу жүйесі;

т) ЖЖ желіні қызметтік арна (EOC) арқылы бақылау және басқару жүйесі Element Management System (EMS).



3.1 сурет – ЖЖ арналардың NSD600-бен конфигурациясы

3.3.2 ETL600 сервистері. Кез келген байланыс әдісінің немесе амал-тәсілінің негізгі кемшілігі арналардың өткізу қабілетінің ерте ме, кеш пе басталатын шектелуі болып табылады.

Бұл мәселенің басқа технологиялар үшін айдан анық шешімі – модульдеу жолағын кеңейту, (3.1 сурет) стандарттарда тіркелген, пайдалануға рұқсат бетілген жиіліктердің 24…1000 кГц диапазоны бар болғандықтан, ЖЖ байланыста қолданыла алмайды. ЖЖ байланыс үшін осы жағдайдан шығатын жалғыз ғана жол жиіліктердің бөлінген спектрін пайдаланудың тиімділігін арттыру болуы мүмкін.

Жағдайды пайдаланылып та жатқан арналардың орасан зор саны ушықтырып отыр. Осыған орай, энергетикалық жүйелердің жиілік жоспарлары тарихи тұрғыдан анықталған және қайта қарастырыла алмайды. Бірақ, біздің жағдайымызда сөз қазірде қолданылып отырған жиілік спектрлерін пайдалану тиімділігін арттыру, ал жаңа арналар үшін – олардың максималды мүмкін болатын үнемділігіне қол жеткізу туралы болып отыр.

ETL 600 екі мәселенің де мінсіз шешімі болып табылады. ЖЖ байланыс тарихында алғаш рет, тапсырыс берушігеосыларды ұйымдастыру қолдан келген арналар емес, энергетикалық жүйелерді пайдалану үшін шынында да қажет арналар беріліп отыр. Энергетикада байланыс арналарының әртүрлі

типтері: электр қуатын өндірутехнологиясын және ПА жүйелерінің жұмысын басқару, нарықты, ТӨ БАЖ және АРМ, әкімшілік-шаруашылық басқару мәліметтерін беру арналары қажет. Осы арналардың барлығы ETL600 базасында оңай іске асырылады (3.4 кесте).

3.4 кесте – 3,2 және 4 кГц APLC арналарындағы NSD600

Оңтайлық сипаттамалары	Аббревиатура	Бөгеттейтін		Рұқсат ететін		Өшіретін	
Номиналды тарату уақыты	ТО	≤ 10 мс		≤ 11 мс		≤ 12 мс	
Қауіпсіздік	Puc	<		<		<	
Сенімділік – бұйрық жоғалту ықтималдылығы	Pmc	<		<		<	
Қажетті сигнал/шу қатынасы	SNR	6 дБ	5 дБ	6 дБ	4 дБ	6 дБ	4 дБ
Шын тарату уақыты үшін	Tac	14 мс	15 мс	17 мс	20 мс	22 мс	26 мс

Жаңа арналар үшін мультиплексорларды, роутерлерді және басқа желілік құрылғыларды қолданған кезде ЖЖ байланыстың сандық делілерін құру мүмкіндігі туралы батыл сөз айтуға мүмкіндік беретін, мәліметтер жіберудің 256 … 320 кбит/с жылдамдығымен сандық ағындар жасаудың бірегей мүмкіндігі ұсынылып отыр.

а) стандартты ТФ, АДАСЭ, ТЧ, оның ішіндетығыздалған ТМ сигналдарын ашық жіберу;

б) берудің минималды уақытымен және «нүкте–нүкте» және/немесе «нүкте–көпнүкте» қосымшаларында жұмыс істеу мүмкіндігімен, 100… 9600 бит/с жылдамдықпен толығымен ашық және/немесе UART–үйлесімді асинхронды/анизохронды мәліметтер беру (сұрау салу бойынша жауап);

в) 9,6 … 256/320 кбит/с жылдамдықпен синхрондымәліметтер беру;

г) ағынды және QoS бақылай отырып, мәліметтерді адаптивтік TDM мультиплекстеу;

д) порттарды және арналарды сигнал көздері арасында шағын трафикпен бөлу;

е) LAN - ды Ethernet/IP бойынша тікелей қосу және IEC60870–5–104 TCP/IP жұмыс істеу;

ж) 8 дейін тәуелсіз команданы қатарлас беру;

и) интерфейстік аяқталулардың толықтай IEC және ITU үйлесімділігі.

ЖЖ технологиялардың ең маңызды міндеттерінің бірі РЗ және ПА командаларының сигналдарын жіберу болып табылады. Осындай шешімдердің эксплуатацияның ондаған жылдарымен расталған сенімділігіне

және қауіпсіздігіне беру ортасының өзінің – ЭБЖ өте жоғары сенімділігі себепкер болып отыр.

ETL60 командалардың сигналдарын берудің кіріктірме жүйелері пайдаланыла алады.

NSD600 бір мезгілде 4 тәуелсіз, жеке бағдарламаланатын команданы: ЖЖ блоктауды, кез келген комбинациялардағы рұқсат ететін және тікелей өшіру командаларын беруге мүмкіндік береді. AES600 24 командаға дейін бірізді беруге және бір ұзақ команданы ең аз басымдылықпен беруге жағдай жасайды.Командалардың сигналдары үшін қуат босата отырып командалар беріліп жатқан уақытта басқа сервистер өшірілуі мүмкін (жылдамдату кфті 0 … 18 дБ). Сигналдарды өңдеудің жаңа адаптивтік алгоритмдері пайдаланудың кез келген жағдайларында, олардың сенімділігі мен қауіпсіздігін төмендетпей, командаларды берудің минималды мүмкін болатын уақыттарын қе.

ETL600 бір мезгілде екі біріктірілген NSD600 жүйесі жұмыс істей алады.Егер беріліп отырған 8 РЗА командасы жеткіліксіз болса, NSD570 3-ке дейін сыртқы құрылғысын пайдалануға болады. Бұл жағдайда жүйенің жалпы сыйымдылығы басымдылығы, берілу уақыты, сенімділігі мен қауіпсіздігі бойынша 5 топқа бөлінген 20 команда құрауы мүмкін.

NSD600 ең жақсы қолданылулары: бір тізбекті ЖВЖ фаза бойынша қорғау; екі тізбекті ЖВЖ қорғау; ЖВЖ қорғаныстарын параллель жүрісте резервтеу; дәнекерлеулері бар ЖВЖ немесе ойықтары бар ЖВЖ қорғау; бірізді орналасқан ЖВЖ қорғау. РЗА қолданылып отырған арналарымен үйлесімділік үшін TL600 жұмыстың арнайы режиміне ие – әр бағытта 2 кГц, РЗА дуплексі – 4 кГц.

3.3.3 Арнайы функциялар. Төрт біріктірілген NSK600 модемі мәліметтердің спектрдің тональдық бөлігінде 100 …1200 бод жылдамдықпен ашық берілуін немесе 9600 бит/с дейін, әрі спектрдің тональдық бөлігінде 4800 бит/с дейін жылдамдықпен UART үйлесімді берілуін қолдайды.

Мысалға, сөз үстіндегі спектрдегі екі модем бір мезгілде ашық режимде (ТМ, ТП АБЖ, ПА) және 11 мс беру уақытымен 300 бод және 2400 бит/с АИИС КУЭ немесе ТП АБЖ/АРМ мәліметтерін 26 мс беру уақытымен жібере алады.

Екі арнада сөз үстіндегі спектрдегі екі модем бір мезгілде ашық режимде (ТМ, ТП АБЖ, ПА) және 9 мс беру уақытымен 1200 бод және 4800 бит/с АИИС КУЭ немесе ТП АБЖ/АРМ мәліметтерін 15 мс беру уақытымен жібере алады.

Әрі, әрбір модемдік арнаның сыйымдылығы кіріктірме мультиплексордың көмегімен арнаны алу уақыты бойынша порттар деңгейінде әртүрлі ақпарат көздері арасында бөлінуі мүмкін (нүкте-көпнүкте режимі).

Біріктірілген кең жолақты MOD600 модемі мәліметтердің 9.6 … 256/320 кбит/с жылдамдықтармен берілуін қолдайды. Модульдеу жолағы HMI бағдарламасында бағдарламақ тәсілмен белгіленеді. ETL600 аппаратуратық

өзгерістері қажет болмайды. Негізгі арнаның сыйымдылығын әлде бір сервистің (мысалға, LAN біріктіру үшін) қолдануы, әлде ол 10 арналық кіріктірме MUX600 мультиплексордың көмегімен әртүрлі синхронлы / асинхронды сервистер және сандық телефон арналары арасында бөлінуі мүмкін. Сыртқы құрылғыларды: мультиплексорларды, коммутаторларды, роутерлерді және т.с. қолданған кезде толық функционалды ЦВЧ желілер құру мүмкін болады. ЦВЧ РЗА командалары кезінде арна үзіледі, алайда олар аяқталғаннан кейін, қосылуды қайта орнатуға уақыт ұстамай және синхронданды русыз, арнайы механизм мәліметтер жіберуді дереу қалпына келтіреді.

ЖЖ арналардың ерекшеліктерінің бірі болып мәліметтердің жоғары жылдамдықпен берілуін қиындататын немесе болдырмайтын, беру функцияларының және кедергілердің спектр бойынша шоғырланған алуан түрлі біртексіздіктерінің бар болуы табылады.

MOD600 осындай жағдайларда ЦВЖ арналардың орнықтылығын және беру жылдамдығын бірнеше рет арттыратын арнайы механизм бар.

Берілу жылдамдығын адаптивті үндестіру (DSA) басқа бір де бір осы тәріздес жабдық енді жұмыс істемей отырған кезде ЦВЧ арнаны сақтап қалуға мүмкіндік береді. Бейімделудің қолданушылар белгілейтін бес сатысы, QoS бес деңгейі дайындық кфті 0,95 төмен емес ЦВЧ арналарды құруға жағдай жасайды. Басымдылық берілетін сервистер үшін DSA тек адамның іс-әрекетінің нәтижесінде ғана үзілетін ЦВЧ арналарды бөліп береді.

Жалпы жағдайда DS АЦВЖ арнасының орташа беру жылдамдын 2 … 3 есе арттырады.

MUX600 интегралдық құрылғысы10 дейін мәліметтер арналарын TDM мультиплекстеуді орындайды. Беру жылдамдығын және шағын арналардың ағынын бақылауды, тығыздау пмррін ЖЖ тракттың қасиеттерімен келісіп алып отыратын DSA жүйесі басқарады.

Кіріктірме сервистік арнаның (EOC) және HMI600 бағдарламасының көмегімен, ETL600 желідегі барлық терминалдарды мониторингтеуді және басқаруды орындай алады. Қашықтықтан бақылау кез келген RS-232/RS-485 арнасы бойынша немесе Ethernet/IP хаттамасының көмегімен Intranet/Internet арқылы орындалады.

Арнайы жасап шылғарылған AESC драйвердің көмегімен ETL600 желісі Windows басқарып отырған кез келген ТП АБЖ / АРМ жүйесіне біріктіріле алады.

HMI600 басқару бағдарламасының қосымша мүмкіндіктеріне:

а) арналардың сипаттамаларын автоматты тегістеу;

б) спектроанализатор;

в) деңгей өлшегіш;

г) осциллограф;

д) командаларды беру/қабылдау графиктерін тұрғызу жатады.

ETL600-ге қызмет көрсетуді және оны пайдалануды азырақ еңбектенуді

қажет ететін қылатын басқа да көптеген функциялар.

Кешенді аппаратуран үшін орындалатын сервистердің тәуелсіздігі міндетті: байланыс есесі еш жағдайда да РЗ және ПА командаларын бепру пселерінің жұмысына әсер етпеуге тиіс. ETL600-де ақпараттың барлық түрлерінің сенімділігін және берілу жылдамдығын айтарлықтай арттыратын, сигналдарды қатарлас өңдеудің жаңа принциптері қолданылады.

Кешенді ЖЖ аппаратурада байланыс және командалар беру жүйелері бірдей сенімділікке және міндет атқаруға дайындыққа (кемінде 10 жыл) ие болуға тиіс.

Жинақтаушыларға қойылатын қатаң талаптар және тапсырыс берушіге жөнеплтілер алдында әрбір ETL600 терминалын 72 сағаттық стендтік тесттеу жеткізілетін жабдықтың жоғары сапасына кепілдік береді. Сондықтан тоқтап қалуға орташа жұмыс істеу 13–20 жыл құрайды.

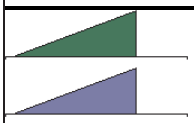
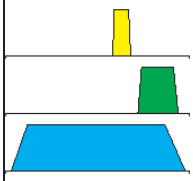
Кешенді ЖЖ аппаратурада байланыс есесіне ЭМС және орнықтылық бойынша аса жоғары талаптар қойылады. ETL600 бұл үшін арнайы технологиялық, конструкторлық және бағдарламақ шешімдер пайдаланылады.

Аппаратурамен, арнамен болып жатқанның барлығы, командаларды п/п деректері сыйымдылығы жеткілікті, қуатқа тәуелсіз жадыға жазылып отырады.

Байланыстың және командалар берудің әрбір есесінің өз сигнализация жүйесі бар.

Тапсырыс беруші үшін бұл аппаратураның істен шығуы себепкер болатын шығындарды әжемтәуір төмендетеді. Профилактикалық жұмыстар жүргізуге қызмет көрсетуге және пайдалануға кететінді қысқартады (3.5 кесте).

3.5 кесте – Сигнал сипаттамалары

Сигнал	Сипаттамалары
	Стандартты телефон сигнализацияларының барлық типтерін, АЖС және ГВЗ тегістеу, деңгейді шектеу, шуды басып тастау функцияларын қосатын аналогтық сөздік сигнал. Негізгі қолданылуы: стандартты ТФ қосылыстар, АТС- АТС қосылыстары, сенімді және сапалы диспетчерлік телефония Өзіне АЖС және ГВЗ тегістеу функцияларын қосатын стандартты ТЧ сигнал. Негізгі қолданылуы: сигналдарды транзиттеу, сыртқы құрылғылармен тығыздау, АДАСЭ арналары
	«Ашық» мәліметтер арнасы, 100 … 1200 бод, сөз үстінде – 1200 бод, синхронды / асинхронды / анизохронды режимдер, кідіріс 9 … 18 мс. Негізгі қолданылуы: ТМ, ТПАБЖ, сенімд іжәне жылдам технологиялық мәліметтер арналары Стандартты UART сигнал (асинхронды RS232), 2400, 4800, 9600 бит/с, сөзүстінде – 2400 және 4800 бит/с, кідіріс 10 … 26 мс. Негізгі қолданылуы: SCADA, АИИСКУЭ ЦВЖ арна, RS232/X.21/G.703.1/Ethernet/сандық ТФ арналар, 9.6 … 256/320 кбит/с, 5 сатылы адаптивтік немесе белгіленген жұмыс режимі, кіріктірме мультиплексор. Негізгі қолданылуы: үлкен, жіберілу уақытына қысаң емес мәліметтер ағындары, ЦВЧ желілер құру

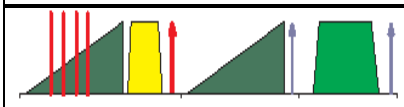
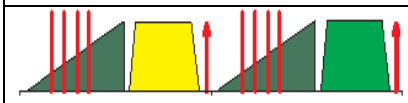
Кадрының сипаттамалары:

- ТМ – жылдамдық100 … 600/1200 бод, беру уақыты 15 мс аспайды, 5 … 10 НЧ қайта қабылдау, мәліметтер транзиті – кем дегенде 5 транзит;

- АИИСКУЭ, SCADAжәнет.б. – 2400/4800 бит/с RS232, беру уақыты 26 мс аспайды, НЧ қайта қабылдауларға жол берілмейді, мәліметтер транзиті – кем дегенде 5 транзит;

- ЦВЧ арна – модульдеу жолағына және жүйелік талаптарға (орнықтылық бойынша) байланысты: беру жылдамдығы 9,6 … 256/320 кбит/с, беру уақыты 40 … 120 мс, мультиплексордың сыйымдылығы – дейін 10 арна, мәліметтер транзиті – RS-232 (әрбір RS-232 интерфейсінің максималды жылдамдығы 19.2 кБит/с), X.11, G.703.1, Ethernet (3.6 кесте).

3.6 Кесте – Сигнал конфигурациялары

Конфигурацияның мысалы	Сипаттамалары, мақсатты пайдаланылуы
	8 кГц жиіліктер жолағындағы 3 арналы ЖЖ аппаратура (1 стандартты ТФ аяқталу 300 - 2000 Гц + ТМ 50 … 300 бод + 4 пәрмен) + (1 стандартты ТФ аяқталу) + (ақпарат арнасы 4800 бит/с).
	8 кГц жиіліктер жолағындағы 2 арналы ЖЖ аппаратура (1 стандартты ТФ аяқталу 300 - 2000 … 3400 Гц + ТМ 50 … 1200 бод + 4 команды РЗ) + (1 стандартты ТФ аяқталу немесе ТЧ арна 300 - 2000 … 3400 Гц +мәліметтер арнасы 4800 бит/с + 4 команды РЗ).
	8 … 32 кГц жиіліктер жолағындағы ЦВЖ арнасы бар 2 арналы ЖЖ аппаратура (1 стандартты ТФ аяқталу 300 - 2000 … 3400 Гц + ТМ 50 … 300 бод +мәліметтер арнасы 2400 бит/с + 24 команды РЗА немесе 4 команды РЗ, включая ЖЖ блокировку) + (ЦВЧ арна жолақта 4 … 28 кГц жылдамдықпен 9.6 … 224 кбит/с).
	2 кГц жиіліктер жолағындағы АВЧ және ЦВЖ арналарымен ЖЖ аппаратура (1 стандартты ТФ аяқталу 300 - 2000 Гц + 16 РЗ және ПА командасы немесе ЖЖ блоктауды қоса отырып,4 РЗ командасы) + (2 кГц жолақта 9.6 … 11 кбит/с жылдамдықпен ЦВЧ арнасы).
	8 кГц жиіліктер жолағындағы АВЧ және ЦВЖ бар ЖЖ аппаратура (1 стандартты ТФ аяқталу 300 – 2000 … 2400 Гц + 24 команды РЗ және ПА немесе 4 команды РЗ) + (ЦВЧ арна жолақта 6 кГц жылдамдықпен 9.6 … 48 кбит/с).
	2 кГц жиіліктер жолағындағы 1 арналы ЖЖ аппаратура (қабылдау мен берудің жиынтық жолағы 4 кГц). ЖЖ блоктауды қоса отырып, 3 тәуелсіз РЗ командасы плюс ең жоғары басымдылығы бар біркоманда. Толық дуплекс.

3.4 PGC-9

3.4.1 Техника сипаттамасы [5]. Электрмен жабдықтаудың сенімділігі менүнемділігі қазіргі заманымыздағы әрбір елдің экономикасының негізі болып табылады. Бұл үшін күрделі энергетика жүйелері жасалады. Мұндай жүйелермен жұмыс істеудің және оларды басқарудың сенімділігін қазіргі заманғы техникалық шағын жүйелер қамтамасыз етіп отырады. Иерархияның бір деңгейінің ішіндегі немесе әртүрлі деңгейлері арасындағы энергетика жүйесінің бөліктері (электр станциясы, шағын станциялар, басқару орталықтары және т.с.) арасындағы ақпараттық байланыстардың сенімділігі сенімді де тұрақты жұмысты қамтамасыз ету үшін аса маңызды.

Электр желісі электр берудің жоғары вольтты желілерінен (ЖВЖ) тұрады. Осы себеппен 1925 ж. өзінде-ақ ЖВЖ телекоммуникациялық беру ортасы ретінде қолдану идеясы пайда болған еді. Телекоммуникация саласындағы ілгерілеуді қолдана отырып, бұл технология бүгінгі таңда да қолданылып келеді.

Ақпаратты ЖВЖ арқылы беру технологиясы қысқартылған ЖЖ байланыс атауын алды. ЖЖ байланыс бүгінгі таңда басым болып табылмайды, алайда, басқа қазіргі заманғы технологиялармен қатар, энергетикалық жүйелердің телекоммуникациялық байланыс желілерінде табыспен қолданылып отыр.

3.2 сурет - ЖЖ терминал

ЖЖ байланыс келесі қолданулар үшін техникалық және/немесе экономикалық жағынан әсіресе тиімді:

а) кірудің соңғы милясы немесе өткізу қабілеті салыстырмалы түрде жоғары емес арнаны энергетика жүйесінің нысанынан (соңғы нүктеден) энергетика жүйесінің байланыс желісіне қосу;

б) басқа мүмкіндік жоқ жерлерде (мысалға, климаттық жағдайлар ТОБЖ инсталляциялауға кедергі келтіреді, әлде жабылатын қашықтықтар

оптика үшін тым зор және регенерациялық тораптар мүмкіндігі жоқ) өткізу қабілеті төмен тасымал желісін (ЖЖ байланыста) құру;

в) беру ортасын (трактты) резервтеу арқылы, ақпараттың маңызды түрлерін (мысалы, релелік қорғаныс командалары, диспетчерлік байланыс арналары және т.б.) беруді резервтеу.

PGC_9 аппаратурасы PLC42-OCH ЖЖ-байланыс жүйесі деген ортақ атауы бар аппаратуралар тобының бір бөлігі болып табылады.

3.4.2 ЭБЖ PLC42-OCH бойынша ЖЖ байланыс жүйесінің жалпы сипаттамасы.PLC42-OCH – сөз арналарын, мәліметтерлі ұйымдастыруға және «құрғақ қатынас» түріндегі РЗ/ПА командаларын беруге арналған, электр берілісі желілері (ЭБЖ) бойынша әмбебап ЖЖ байланыс жүйесі. Ол жолақтың (кеңейтілген) 4 кГц дейінгі енімен стандартты аналогтық арналардың 1 бастап 6 дейін саны бар байланыс желілерін ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Жүйе модульдық конструкцияға ие және нақты жобаның талаптарына сәйкес, стандартты блок-каркасқа (19‖,6U) құрамдастырылады. Интерфейстік модульдердің көбірек санын пайдалану қажет болған жағдайда, жүйе бірнеше блок-каркастарда құрамдастырыла алады.

PLC42-OCH жүйесі екі негізгі шағын жүйеден (терминалдардан) тұрады:

а) PGC_9 – негізгі орындалуында құрамында ЖЖ сигналды таратқыш/қабылдағыш және дауыстық қызметтер мен мәліметтер беруге арналған алмастырылатын модульдер және кеңейтілген орындалуында бұлармен қатар тағы TPS функциясына (РЗ/ПА командаларын беру) арналған PRIX модулі бар әмбебап ЖЖ терминалдар. Негізгі орындалуда бұл терминалдың құрамына келесі модульдер кіреді:

1) RFPA модуль – қуатты ЖЖ күшейткіш – таратқыш; максималды пиктікқуат (Рном RFPA) – 120 Вт;
2) PTLF модуль – берудің бағдарламаланатын желілік фильтрі; ЖЖ гибридтік схема және желілік трансформатор;
3) PRLF модуль – қабылдаудың бағдарламаланатын фильтрі және төмен шулы күшейткіш;
4) PXYZ модуль – арналық модуль;
5) CPDM модуль – басқару модулі;
6) PSHY модуль – қоректендіру модулі;

б) PST_9A –TPS терминалы (Tele Protection Signalling terminal), РЗ/ПА командаларын аналогтық тракттар бойынша беруді/қабылдауды қамтамасыз ететін аппаратура; басқаша айтар болсақ, бұл бинарлық командалардың кірістер/шығыстар терминалы. Бұл аппаратурада командаларды ТЧ негізгі жолағында 4 кГц аналогтық арнаға модификациялау жүреді.

PST-9A шағын жүйесін орындаудың екі модификациясы бар:

а) біріктірілген (яғни PGC-9 терминалына кіріктірілген) орындаудағы PST-9A;

б) автономиялық орындаудағы (дербес каркаста) PST-9A PGC-9 негізгі шағын жүйесінің кеңейтілуі ретінде қолданылуы немесе басқа өндірушінің ЖЖ байланыс жүйесіне қосылуы мүмкін.

Осы шағын жүйенің құрамына келесі модульдер кіреді:

а) PRIX модуль –бинарлық кірістер/шығыстар модулі (PRIA, PRIB және/немесе PRIC версиялары);

б) PXYZ модуль – PMEE версиясындағы арналық модуль;

в) CPDM модуль – басқару модулі;

г) PSHY модуль – қоректендіру модулі.

PGC_9 шағын жүйесімен бір блок-каркаста біріктірген кезде де, автономиялық орындауда да, PST_9A шағын жүйесінің TPS функциясы сақталынады.

PLC42-OCH [6] жүйесінің құрамына қосылу фильтрі, байланыс конденсаторы және ЖЖ бөгеуші кірмейді. Байланыс тізбегінің бұл бөліктері құжаттамада тек иллюстрациялық мақсаттарда көресітелі және олардың функцияларын орындау үшін кез келген жеткізушінің құрылғыларын пайдалануға болады.

Сондай-ақ PGC_9 аппаратурасының ЖЖ сигнал таратқышы/қабылдағышы жоқ модификациясы да бар. Ол осы құжаттамада ACT_9 деп белгіленеді. Практикада ACT_9 аналогтық қызметтердің және тональды жиіліктердің жолағында 4 кГц арнасы бойынша мәліметтер жіберутерминалы ретінде жұмыс істей және PGC_9 негізгі шағын жүйесінің кеңейтетін немесе қашықтағы блогы ретінде қолданыла алады.

PLC42-OCH жүйесін бақылау және басқару үшін ОМС – Windows оцяқ платформасында құрылған, параметрлерді соңында сандық ЖЖ терминалдар деп аталатындар ретке келтіруге және диагностикалауға арналған жүйелік интерфейс.

3.4.3 PGC_9 аппаратурасының сипаттамасы. Классикалық (немесе аналогтық) ЖЖ терминалдаржолақтың ені 4 кГц дейін болатын стандартты аналогтық арналардың 1 бастап 6 дейін саны бар байланыс желілерін ұйымдастыруға мүмкіндік береді.Өткен ғасырдың 90-шы жылдарының соңында сандық ЖЖ терминалдар деп аталатындар пайда болды. Олар сандық байланыс арналарын ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Сандық байланыс арнасының екі маңызды сипаттамасы бар: оның мәліметтер жіберу жылдамдығы секундына килобиттермен (кбит/с), ал спектрдің пайдаланылатын ені кГц-пен өлшенеді:

Сандық терминалдардың пайда болуының негізгі алғышарттары:

а) мәліметтер жіберу қажеттігінің артуы;

б) сандық түрге түрлендірілген сөздік сигналды қысуға арналған жоғары сапалы алгоритмдердің пайда болуы;

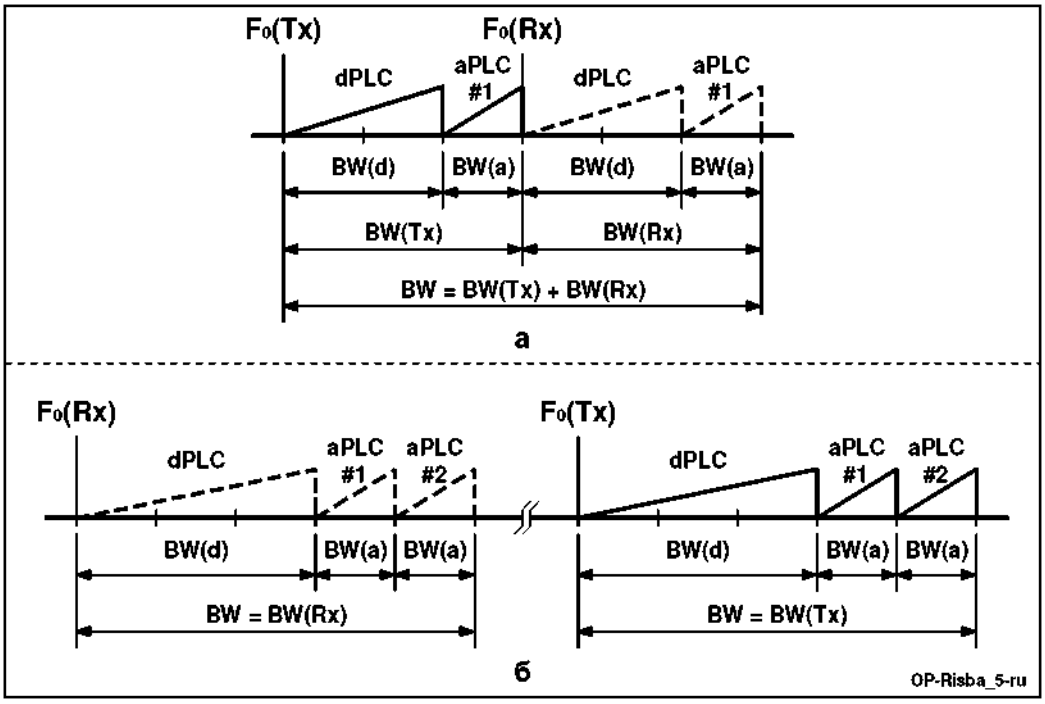
в) ЖЖ арналардың сандық байланыс жүйелеріне біріктірілуі болып табылады.

Сандық ЖЖ арналардың пайда болуы аналогтық ЖЖ арналардың

маңызын тек ішінара төмендетеді. Аналогтық ЖЖ арналар олардың жұмыстың сыртқы жағдайларының өзгеруіне жоғары төзімділігінің арқасында айтарлықтай сенімдірек және конфигурациялық қызметтердің (тікелей диспетчерлік байланыс, телеқорғау командаларын беру, маңызды ақпаратты екі тәуелсіз беру ортасы бойынша беруді резервтеу және т.б. секілді) көпшілігін іске асыру үшін көбірек жарамды болады. Екінші жағынан, сандық арналардың төмендетілген орнықтылығы жолақты (4 кГц-тен n рет) пайдалану есебінен жоғары өткізу қабілетімен өтеледі.

Қарастырылып отырған ЖЖ терминалдың модульдерінің көпшілігі арнаның типіне (аналогтық немесе сандық) тәуелсіз осыған ұқсас конструкцияға ие. Бұл ЖЖ терминалдың құрылымының әибебап екендігімен

байланысты. Әмбебап ЖЖ терминал аналогтық (aPLC) және сандық (dPLC) арналар немесе бұлардың комбинациясын ұйымдастыруға мүмкіндік береді.



3.3 сурет – PGC_9 әмбебап ЖЖ терминалының радиожиіліктік жоспары

PGC_9 ЖЖ терминалы –бұл келесі негізгі ерекшеліктерге ие типтік әмбебап ЖЖ терминал.

Аналогтық (aPLC) және/немесе сандық (dPLC) арналардың жасалуын қамтамасыз ететін әмбебап құрылым.

Аппаратурадағы өзгеріссіз, функциялардың толық бағдарланғыштығы. Параметрлердің көпщілігінің мәндері ДК жергілікті немесе қашықтықтан белгіленеді.

Модульдеудің ЖЖ терминалдарды арналардың әртүрлі санымен және

типімен өндіруді жеңілдетуге мүмкіндік бір сатылы схемасы. Модульдерді қосумен немесе алып тастаумен ЖЖ терминалдың құрылымы жаңа талаптарға: арналардың 1бастап 6 aPLC дейін арналары немесе 1 dPLC арна немесе aPLC арналар және 1 dPLC арна [7].

Модульдік жобалау нақты қолданудың спецификалы талаптарына жақындатуға мүмкіндік жасады. Тапсырыс беруші тек қажетті аппарат модульдерді сатып алады. Модульдерді қосумен немесе алып тастаумен ЖЖ терминалдың құрылымы жаңа талаптарға: арналардың санының және типінің өзгеруіне, aPLC арналарының модификациясының ("стандартты» немесе «сөз плюс") өзгеруіне, элкектрмен қоректену типтерінің өзгеруіне және одан арғы жерде TPS функциясының (қорғаныс сигналдарын беру) біріктірілуіне (немесеп оның алынып тастталуына) бейімделе алады.

20 кГц бастап 1000 кГц дейін жұмыс істеу үшін кеңейтілген жоғары жиілікті (ЖЖ) диапазон (аппараттық құралдардағы өзгеріссіз қайта бағдарламалау мүмкіндігімен)

Жинақы конструкция. ЖЖ терминалдың шығыс қуатына ($P_{ном}$) (10 Вт, 20 Вт, 40 Вт немесе 80 Вт) және ЖЖ терминалдың арналарының санына тәуелсіз, PGC_9 биіктігі 6U (266 мм) және тереңдігі 295 мм стандартты 19-дюймдік конструктивті алып отырады.

Дамыған диагностика аппаратураның жағдайын жергілікті немесе қашықтықтан бақылауға мүмкіндік беретін диагностикалық ақпараттың (апаттық сигналдар, оперативтік параметрлер, оқиғалар) тізімін құрастырады.

Жаңа технологиялар*:* сандық сигналдық процессорлардың және күрделі логикалық бағдарламаланатын АЖ (CPLD) басым қолданылуы.

Қажетті стандарттар мен ұсыныстарға сәйкестік*:* МЭК 495 (1993-09), «Сандық ЖЖ байланыс бойынша баяндама» құжаты (СИГРЭ, РГ.35-09, сәуір 2000) және ЕМС (электромагниттік үйлесімділік) стандарттары.

3.5 ЦВК – 16 аппаратурасы

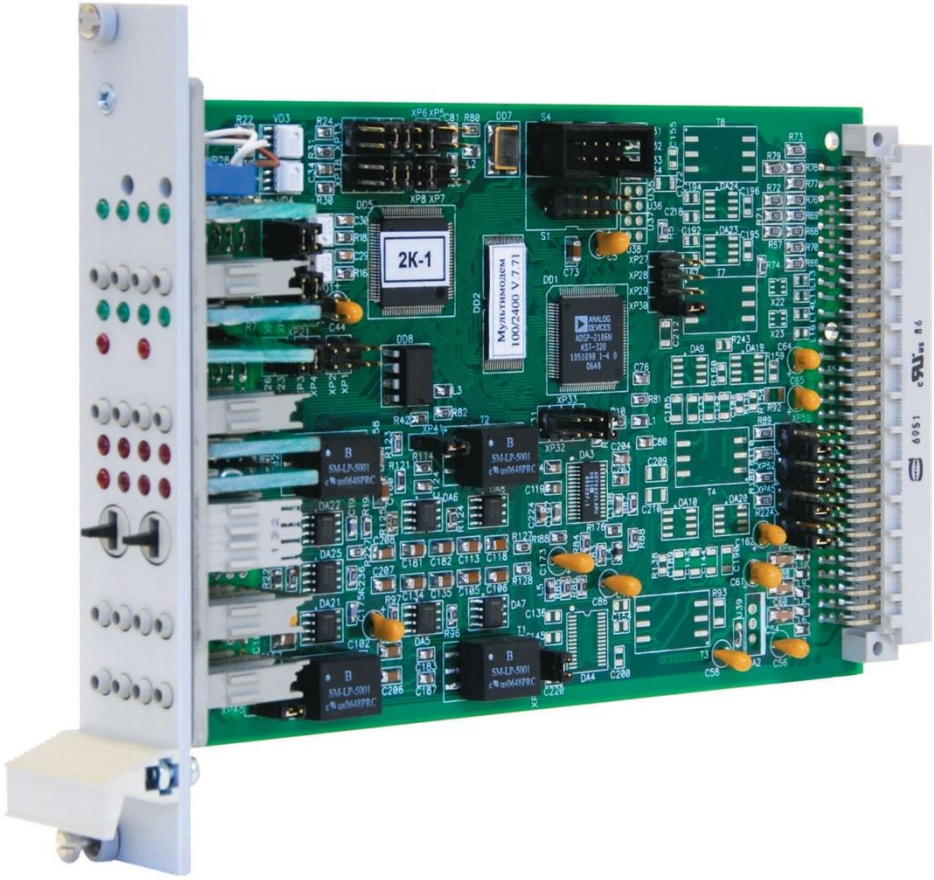
3.5.1 ЦВК-16Т сигналдарды өңдеу кассетасының базасында. «Сандық жоғары жиілікті арна16» (ЦВК-16) жоғары жиілікті байланыс аппаратурасы телефон арналарын, телемеханика арналарын және машинааралық алмасу мәліметтерін 4, 8, 12, 16 кГц жолақта ЭБЖ базасында жоғары жиілікті байланыс арналары бойынша жіберуді ұйымдастыруға арналған.

Сандық режимде 4 кГц жиіліктердің әрбір жеке жолағында 100 бастап 1200 бит/с дейін жылдамдықтар мен Ethernet арнасын, үшке дейін сандық телефон арнасын (G.729 ITU-T), төртке дейін асинхронды (старт-стоптық) машинааралық алмасу (МАА)мәліметтерін беру арнасын немесе телемеханиканың (ТМ) кодқа тәуелсіз арнасын қосатын, 25,6кбит/с жылдамдықпен мәліметтер жіберудің мультиплекстік арнасының негізінде көп арналы жіберу мүмкіндіктері іске асырылған.

Аналогтық режимде4 кГц жолақта аппаратура кіріктірілген бөлгіш сөздік фильтрлермен және 100 бастап 600 бит/с дейін жылдамдықтармен төрт надтональдық модемдермен немесе 1200 бит/с жылдамдықпен бір тональдық

модеммен байланыстың дәстүрлі аналогтық тәсілін қолдайды.

Мультиплекстік арнаның ақпараттық сыйымдылығын икемді қайта бөлу мүмкіндігі сервистік ДК-ден аппаратураны телефон арналарының, ТМ арналарыныңәртүрлі санына және машинаралық алмасудың әртүрлі (25,6 бастап 0,8 кбит/с дейін) мәліметтер жіберу жылдамдығына конфигурациялауға мүмкіндік береді.Сандық режимде әрбір 4 кГц жолақта аппаратура, әртүрлі мақсаттағы арналар (телефон,ТМ, МАА, Ethernet) бойынша басымдылықтарды іске асыра отырып, желідегі сигнал-кедергі қатынасына байланысты 25,6 кбит/с бастап 6,4 кбит/с дейін диапазонда интегралдық сандық ағынды беру жылдамдығы бойынша көп сатылы адаптацияны қамтамасыз етеді.



3.4 сурет - Мультимодем-100/2400 модификациялары

Е1 интерфейсі АТС арасында толығымен сандық сөздік арналар ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Сыртқы ДК арналған сервистік бағдарламалық қамтамасыз ету жұмысқа қабілеттілікті бақылау, оқиғаларды энергетикалық тәуелсіз жадыда тіркеу, желінің сипаттамаларын өлшеу, аппаратураны конфигурациялау, қашықтан кіру, оқиғаларды және өлшеулерді құжаттау функцияларын іске асырады.

Аппаратура екі кассетадан: кіріс фильтрі және желілік фильтрі бар қуат күшейткіш кассетасынан, сондай-ақ абоненттік аяқталулар функциялары бар,

сигналдарды өңдеу кассетасынан тұрады.

Сүзгілер — жалғастырғыштармен берудің және қабылдаудың қажетті номиналды жолақтарын белгілеу мүмкіндігі бар, қайта коммутацияланатын.

ЦВК-16ПТ сигналдарды өңдеу кассетасының базасында қайта қабылдау функциясы бар сандық жоғары жиілікті байланыс аппаратурасы 16 кГц дейін номиналды жиіліктер жолақтарының әрқайсысының тура және кері бағыттардағы сигналдарын қайта қабылдауға арналған.

Қайта қабылдау пунктінен кейін, ЖЖ-трактты жаңа жиіліктерге көшіре отырып, сандық және аналогтық режимдерде 4, 8, 12, 16 кГц жолақта қайта қабылдауды ұйымдастыру мүмкін болады.

Қайта қабылдау функциясы бар ЦВК-16 қайта қабылдау аппаратурасының жинағының құрамына19’ стандартты шкафқа орналастырылатын, тиісті желілік фильтрлері бар ЦВК-16ПТ кассетасы және ЦВК-16У қуатты күшейткішінің екі кассетасы кіреді. ЦВК-16 (Ревизия 3) байланыс аппаратурасының ЦВК-16ПТ кассетасы, кез келген 4 кГц жолақта арналарды бөлу немесе қосу мүмкіндігімен, сандық байланыс арналарының аралық пункттерінде қайта қабылдауды қамтамасыз етеді [8-12].

Қайта қабылдау сандық телефон арнасының вокодерінде және интегралдық сандық ағынның мультиплексорында түрлендірусіз, ЖЖ-тракттың сигналдарын сандық көрсетуде іске асырылады. Бұл вокодерлік түрлендіруге тән болып келетін, қайта қабылдаудың әр учаскесінде жаңа бұрмаланулардың енгізілуін болдырмайды, кідіру уақыты азаяды және, осылайша, сандық байланыс арналары үшін қайта қабылдау учаскелерінің саны бойынша шектеу алынып тасталады.

ЦВК-16ПТ кассетасының базасындағы ЦВК-16 (3 Ревизия) қолданудың қосымша артықшылығы қайта қабылдау пунктінде ЦВК-16 аппаратурасының екі жартылай жинағын пайдаланудан бас тартудың есебінен аппаратураның құнының елеулі төмендеуі болып табылады. Бұл вокодерлік түрлендіруге тән болып келетін, қайта қабылдаудың әр учаскесінде жаңа бұрмаланулардың енгізілуін болдырмайды, кідіру уақыты азаяды және, осылайша, сандық байланыс арналары үшін қайта қабылдау учаскелерінің саны (3.7 кесте).

3.7 кесте – ЖЖ-тракттың сипаттамалары

ЖЖ-арнаның жұмыс жиіліктерінің диапазоны	24 – 1000 кГц
Номиналды беру, қабылдаужиіліктерінің жолақтары (BN)	4, 8, 12, 16 кГц
Номиналды беру, қабылдау жолақтары	4 кГц қадаммен қайта коммутацияланатын
Әрбір 4 кГц жолақтағы модульдеу типі	АМОБП
Максималды шығыс қуат	40, 80 Вт (46, 49 дБм)
Кіріс және шығыс кедергі	75 Ом (симметриялы емес) 150 Ом (симметриялы)

3.7 кестенің жалғасы

ЖЖ-арнаның жұмыс жиіліктерінің диапазоны	24 – 1000 кГц
ЖЖ-арнаның жол берілетін мәні	теориялық — 80 дБ; практикалық шек — 60 дБ (ЖЖ-арнаның кедергілерін және бұрмалануларын ескере отырып)
Сезімталдық қабылдағыш аналогтық режимде бақылау жиілігі бойынша	номиналды — минус 35 дБм; максималды — минус 50 дБм
Сезімталдық қабылдағыш сандық режимде жұмыс сигналы бойынша	номиналды — минус 30 дБм; максималды — минус 45 дБм
Жиіліктердің алшақтауы (ортақ желіде қатарлас жұмыс істейтін аппаратураның номиналды жолақтарының шекаралары арасындағы минималды қашықтық, BN үшін = 4кГц),дейін500 кГц	Өз таратқышы — өз қабылдағышы (шектесжолақтар) 0 кГц (тек ЦВК-16Т үшін); Өз қабылдағышы —бөтен қабылдағыш 8 кГц (тек ЦВК-16Т үшін); Өз таратқышы — бөтен таратқыш 12 кГц; Өз таратқышы — бөтен қабылдағыш 8 кГц

3.5 кесте – ТЖ-тракттың сипаттамалары (4 кГц ВЧ-трактың әр жолағы үшін)

Мультиплекстелетін абоненттік арналардың жалпы саны	3 сөздік; 4 МАА дейін (ТМ)
Интегралдық сандық мәліметтер ағынын берудің ықтимал жылдамдықтары	25,6; 22,4; 19,2; 16,0; 12,8; 9,6; 6,4 кбит/с
Кедергілер деңгейіне байланысты, беру жылдамдығы бойыншаарнада бейімделу	
Сандық телефон арналары G.729DITU-T вокодерімен қолданады	
Ашық факсимильдік жіберу	
Е1 интерфейсі	
Мультиплексордың кадрлық жиілігі	100 Гц
Аппаратураның жартылай комплекті қосылғаннан кейін сандық арнаның даяр болуына дейінгі жалпы уақыт	80 с аспайды (ЦВК16-Т үшін); 140 с аспайды (ЦВК16-ПТ үшін)
Байланыстың үзілуінсіз, желінің беру коэффициентінің максималды секіріс тәрізді өзгеруі	4 дБ

4 Техникалық есептеу бөлімі

4.1 Жиілікті есептеу мен өшу бойынша тексеру

Бастапқы берілгені:

а) желі ұзындығы 58,4 км, транспонирленбеген біртармақты 110 кВ-қа арналған;

б) ДФЗ ЛЭП шкафы ПВЗУ-Е-і бар қабылдаутаратқыш;

в) ВЗ-630-0,5У1 жоғары жиілікті бөгегіш;

г) СМПВ-110v 3-6,4 ХЛ1 байланыс конденсаторы;

д) ФП/6400У1 қосылу сүзгісі;

е) РВО-10/400УХЛ2 бірполюсті айырғыш;

ж) РК-75-9-12 радиожиілікті кабель;

и) ВЭ-630-0,5У1 жоғары жиілікті бөгегіш;

к) III аудан тайғанақ бойынша.

$f_{МАКС}$ арнаның максималды [13-16] рұқсат етілген жиіліктің мәнін есептейік. Өз еркімен жиілікті таңдайық f=1000 Гц. А-ның мәнін есептейік:

$$A=\alpha_1- \alpha_2- \alpha_3 \text{ (дБ).} \qquad (4.1)$$

ЖЖ құрылғысымен жабылған өшу мына формула бойынша анықталады:

$$\alpha_1=p_1-p_2 \text{ (дБ).} \qquad (4.2)$$

p_1=42 дБм немесе p_1=33 дБ.

Өшіретін сигнал мен апатқа қарсы автоматика сигналы бар РЗ және ПА арнайы арналар үшін минималды қабылдау деңгейі p_2 мына формула бойынша табылады:

$$p_2= p_3+10\lg\Delta f+\Delta p_4+p_5 \text{ (дБм),} \qquad (4.3)$$

мұндағы Δf - РЗ және ПА арналарының қабылдағышының номиналды жиілік жолағы 4 кГц-ке тең болып алынады;

p_5 - сигнал/өшу қатынасы, 4 дБ тең болып алынады.

Δp_4 түзетуі формула бойынша табылады:

$$\Delta p_4 =10\lg (m+1) \text{ (дБ).} \qquad (4.4)$$

m қайта қабылдау санына тең. Әдетте, төменгі жиілікті қайта қабылдау саны үштен аспау қажет.

$$\Delta p_4=6 \text{ (дБ),}$$

$$p_2 = -47+6+6+4=-31 \text{ (дБ)}.$$

Соңында алатынымыз:

$$\alpha_1=33+31=64 \text{ (дБ)}.$$

Электртарату желілерінен өзге ЖЖ торап элементтерінің өшуі α_2 ЖЖ тораптар үшін фазалық проводтары бойынша мына формула бойынша табылады:

$$\alpha_2=\alpha_4+\alpha_5+\alpha_6+\alpha_7 \text{ (дБ)}. \quad (4.5)$$

α_2 есептеу үшін ЖЖ торап элементтерінің өшу мәндерін ЖЖ торап элементтерінің өшулерінің мәндерін аламыз.

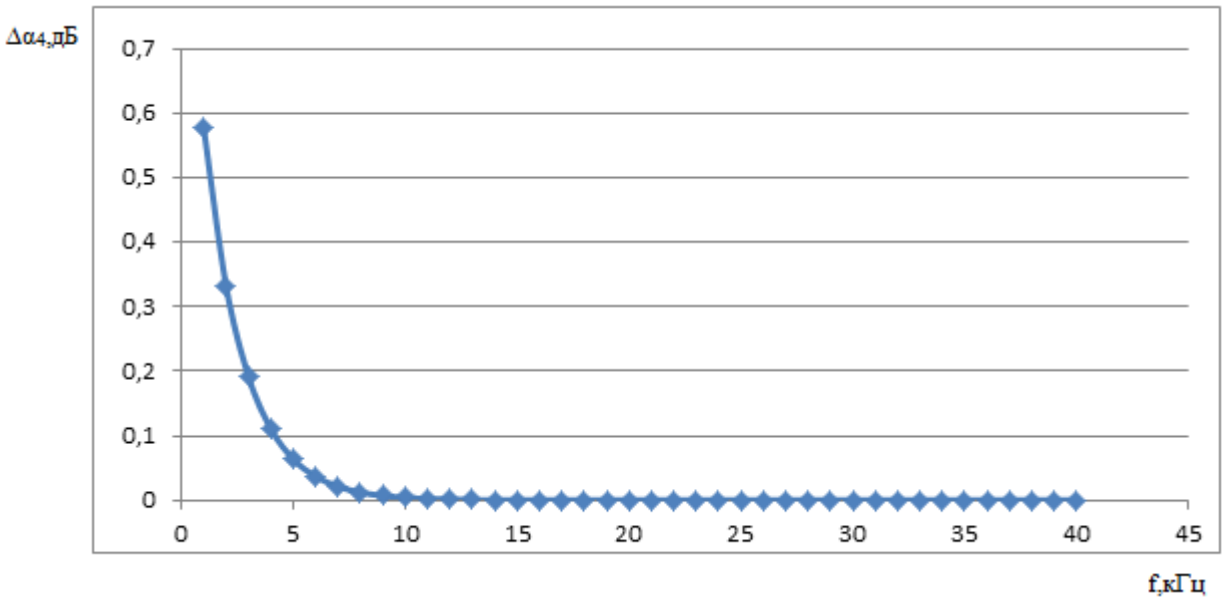
Сонда:

$$\alpha_2= 2,5+3+1,5+0,5= 7,5 \text{ (дБ)}.$$

Өшіретін сигнал мен апатқа қарсы автоматика сигналы бар бүлінген желі бойынша (КЗ орны арқылы) РЗ және ПА арнайы f,кГц арналар үшін және фаза-жер қосылу [17-20] сұлбасы үшін α_3 мәні мына формула бойынша:

$$\alpha_3= 22+\Delta\alpha_4 \text{ (дБ)}, \quad (4.6)$$

мұндағы $\Delta\alpha_4$ тайғанақ бойынша 3-аудан үшін 4.1 суреттен табамыз.



4.1 сурет – 110 кВ ӘЖ-нің сымдарындағы өшудің жиілік сипаттамасының тайғанаққа тәуелділігі

Соңында:

$$\alpha_3 = 22+22=44 \text{ (дБ)}.$$

А мәні мынаған тең:

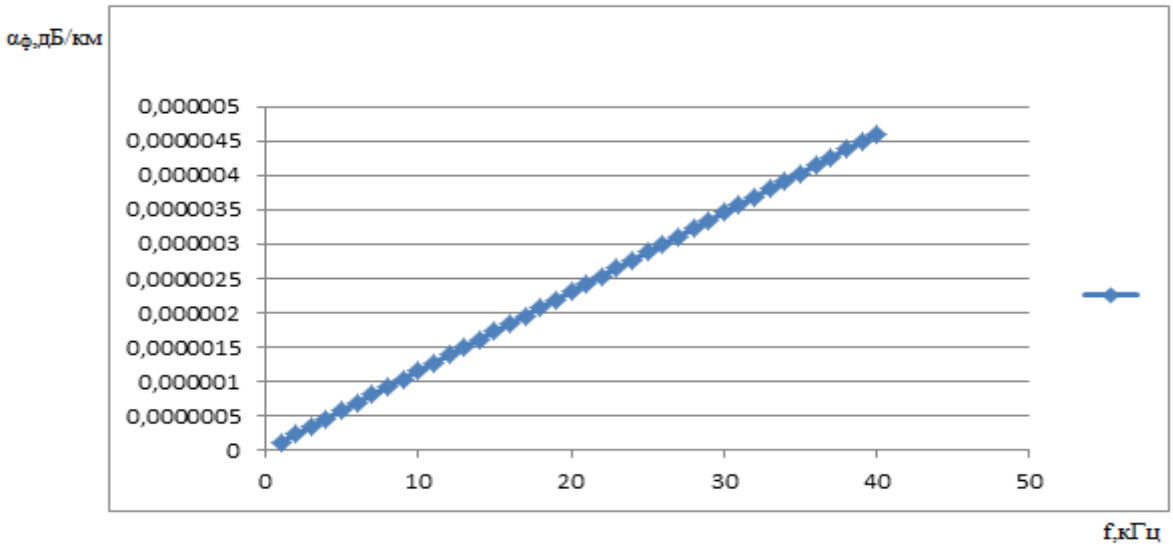
$$A=64-7{,}5-44=12{,}5 \text{ (дБ)}.$$

А шамасы арқылы арнаның максималды рұқсат етілген жиілігіне сәйкес фазааралық толқынның [21] километриялық өшуі анықталады (4.2 сурет).

$$\alpha = \frac{A}{l} \text{ (дБ)}. \qquad (4.7)$$

Мынаны аламыз:

$$\alpha = \frac{12{,}5}{58{,}4} = 0{,}214 \text{ (дБ)}.$$



4.2 сурет – Бір тармақ негіздегі сымдары көлденең және вертикаль орналасқан симметриялы 110 кВ ӘЖ-нің фазааралық толқынының километриялық өшуінің жиіліктік тәуелділігі

Яғни, $f_{МАКС}$=480 кГц <1000 кГц.

Таратудың есептеу деңгейінің және $\Delta\alpha_4$ жаңа мәндерін есептеп алып, жиілікті төмендетіп, жаңа есептеу жүргізу қажет.

$f_{МАКС}$-ты есептеу оның жиілігі мен $\Delta\alpha_4$ анықтағанда алынған жиілігі бір-біріне сәйкес болған кезде тоқтатылады.

$f_{МАКС}$ арнасының максималды рұқсат етілген жиілік мәнін есептейік. Жиілік мәнін f=600 кГц деп алайық. А шамасын табайық:

Сонда ол тең болады p_1=42 дБм немесе p_1=33 дБ.

Өшіретін сигнал мен апатқа қарсы автоматика сигналы бар РЗ және ПА арнайы арналар үшін минималды қабылдау деңгейі p_2 мына формула бойынша табылады:

$$p_2= p_3+10\lg\Delta f+\Delta p_4+p_5 \text{ (дБм)}, \quad (4.8)$$

мұндағы Δf - РЗ және ПА арналарының қабылдағышының номиналды жиілік жолағы 4 кГц-ке тең болып алынады.

Δp_4 түзетуі формула бойынша табылады:

$$\Delta p_4 =10\lg (m+1) \text{ (дБ)}, \quad (4.9)$$

мұндағы m қайта қабылдау санына тең;

p_5 - сигнал/өшу қатынасы, 4 дБ тең болып алынады.

Әдетте, төменгі жиілікті қайта қабылдау саны үштен аспау қажет.

$$\Delta p_4=6 \text{ (дБ)},$$

$$p_2= -47+6+6+4=-31 \text{ (дБ)}.$$

Соңында алатынымыз:

$$\alpha_1=34+31=65 \text{ (дБ)}.$$

Электртарату желілерінен өзге ЖЖ торап элементтерінің өшуі α_2 ЖЖ тораптар үшін фазалық проводтары бойынша мына формула бойынша табылады:

$$\alpha_2=\alpha_4+\alpha_5+\alpha_6+\alpha_7 \text{ (дБ)}. \quad (4.10)$$

Сонда:

$$\alpha_2= 2,5+3+1,5+0,5= 7,5 \text{ (дБ)}.$$

Өшіретін сигнал мен апатқа қарсы автоматика сигналы бар бүлінген желі бойынша [22-23] (КЗ орны арқылы) РЗ және ПА арнайы арналар үшін және фаза-жер қосылу сұлбасы үшін α_3 мәні мына формула бойынша:

$$\alpha_3= 22+\Delta\alpha_4 \text{ (дБ)}, \quad (4.11)$$

Соңында:

$$\alpha_з = 22+22=44 \text{ (дБ)}.$$

А мәні мынаған тең:

$$A=64-7,5-44=12,5 \text{ (дБ)}.$$

А шамасы арқылы арнаның максималды рұқсат етілген жиілігіне сәйкес фазааралық толқынның километриялық өшуі анықталады:

$$\alpha = \frac{A}{l} \text{ (дБ)}. \qquad (4.12)$$

Мынаны аламыз:

$$\alpha = \frac{14,5}{58,4} = 0,248 \text{ (дБ)}.$$

$f_{МАКС}$=600 кГц =600 кГц - үшін басында есептеуге қабылданған

ЖЖ тораптың жұмыс өшуін әдістемелік нұсқауға сәйкес табамыз.ЖЖ тораптың жұмыс өшуі оның құрамына кіретін элементтерінің өшулердің қосындысы ретінде табылады.

ЖЖ тораптың есептелінген өшуі мына формулаға сәйкес табылады:

$$\alpha_{=}\alpha_{вл}+2\alpha_з+2\alpha_{фп}+2\alpha_{каб} \text{ (дБ)}, \qquad (4.13)$$

мұндағы $\alpha_{вл}$- ЭТЖ-мен қабылданған өшу;

$\alpha_з$- ЖЖ бөгегішпен қабылданған өшу;

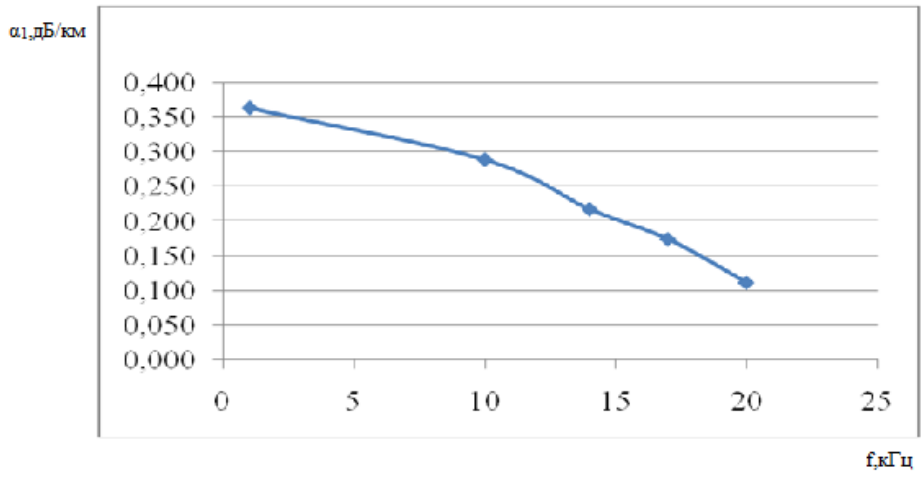
$\alpha_{фп}$ – қосылу сүзгімен қабылданған өшу;

$\alpha_{каб}$- ЖЖ кабельмен қабылданған өшу.

Транспонирленбеген ЭТЖ үшін өшу мына формуламен анықталады:

$$\alpha_{л=}\alpha_{(1)}*l+\Delta\alpha_{(0)}+2,5 \qquad (4.14)$$

Ауа желілері үшін мұндай сәйкес резисторлардың жүйесін құру өте қиын. 4.3 суретте көрсетілгендей, орнатуға мүмкін ЖЖ сигналдарға арналған ауа желінің шеттеріндегі сымдардың жүктемесі және сәйкестік шарттарына сай келетін сипаттамалары жерге қарағандағы тек бір (сым-жер сұлбасы) немесе екі (сұлба-сұлба) сымдар үшін жасалына алады. ЖЖ сигналдарға арналған қалған сымдар ПС-тың кіріс кедергісіне жүктеледі. Соның өзінде ауа желінің шетінен фазааралық толқынның шағылу коэффициентінің модулі фаза-жер сұлбасы үшін 0.7 сәйкес келеді.



4.3 сурет – Сымдары көлденең орналасқан транспонирленбеген 110 кВ ӘЖ-нің орта фазасының фазааралық толқынның километриялық өшуінің жиіліктік тәуелділігі.

Қорытындылай келе:

$$\alpha_6=0{,}13*58{,}5+2{,}5=10{,}1 \quad (\text{дБ}).$$

ЖЖ бөгегішпен анықталынған өшу формула бойынша табылады:

$$\alpha_l = 20 \cdot \log\left(1 + \frac{Z_1 \cdot Z_2}{2Z_3(Z_1+Z_2)}\right), \qquad (4.15)$$

мұндағы $Z_1 = 450$ Ом;
$Z_2 = 450$ Ом;
$Z_3 = 650$ Ом.

4.1 және 4.2 кестелеріне сәйкес аламыз.

4.1 кесте – сызықтық тораптың кіріс кедергісінің есептелінетін шамалары

Кернеу, кВ	$Z_л$ Ом, қосылу сұлбаларында					
	Фаза-жер	Фаза-фаза	Трос-трос	Екі трос-жер	Трос-жер	Сым-Сым
35-220	450	760	-	-	-	-
330	330	560	960	275	550	400
500	310	525	960	275	550	480

4.2 кесте – ВЧЗ бойынша мәліметтер

ВЧЗ түрі	Реактордың номиналды индуктивтілігі L және 50 Гц жиіліктегі реактор индуктивтілігі	Минималды рұқсат етілген актив кедергі, Ом	Номиналды бөгеу жолағы, кГц	Номиналды ұзармалы ток, А	Номиналды қысқа ток, кА	КЗ соққы тогы, кА
ВЗ-630-0,5 У1	0,5/0,548	650	29-34 34-41 40-48 47-60 59-82 74-118	630	16	41

$$\alpha = 20 \cdot \log\left(1 + \frac{450 \cdot 450}{1300(450+450)}\right) = 1{,}38 \text{ (дБ).}$$

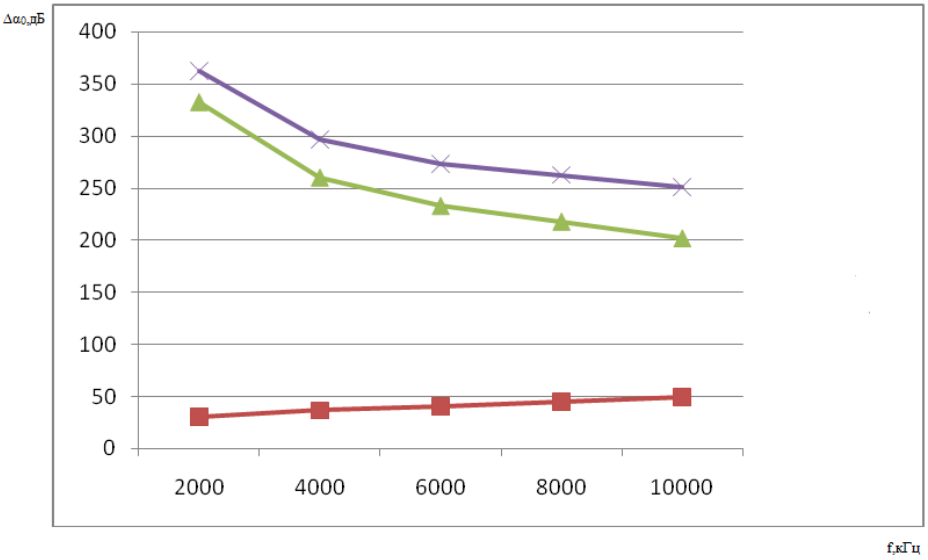
Берілгенге сәйкес сәйкес қосылу сүзгісінің өшуін табамыз:

$$\alpha_3 = 1{,}3 \text{ (дБ).}$$

ЖЖ кабельдың өшуін формула бойынша табайық:

$$\alpha_5 = \alpha_{3*} l. \qquad (4.16)$$

Бастапқы берілгендерді 4.4 суреттен табамыз:



4.4 сурет – ЖЖ кабельдердің километриялық өшуінің жиіліктік тәуелділігі

$$\alpha_{.7} = 3{,}1 * 0{,}25 = 0{,}775 \text{ (дБ).}$$

Біртармақты желі кезінде фаза – жер сұлбасы үшін $\alpha_к$ шеттік өшу 2,5 дБ – ге тең. Фаза – жер сұлбасының $\alpha_{мф}$ шеттік өшуі мына формула бойынша табылады:

$$\alpha = (k_1 \cdot k_3 \cdot \sqrt{f} + k_2 \cdot k_4 \cdot f) \cdot 10^{-3} \quad (4.16)$$

k_1 коэффициентінің мәндері 4.3 кестеде келтірілген. k_2 коэффициентінің мәндері 4.4 кестеде жазылған. k_3 және k_4 коэффициентінің мәндері сәйкесінше 4.5 кестеде келтірілген.

4.3 кесте – k_1 коэффициентінің мәндері

ЭТЖ түрі мен қосылу түрі	k_1 коэффициентінің мәндері						
	АС 95	АС 120	АС 185	АС 240	АС 300	АС 330	АС 400
Фазаішіліктен басқа барлық сұлбалар	6,0	5,2	4,2	3,6	3,3	3,2	2,9

4.4 кесте – k_2 коэффициентінің мәндері

ЭТЖ түрі мен провод подвескасы	k_2 коэффициентінің мәндері				
	35	110	220	330	500
Біртармақты симметриялы	0,12	0,23	0,37	-	-

4.5 кесте – k_3, k_4 коэффициентінің мәндері

Ыдыратылған фазаның провод саны	k_3, k_4 коэффициентінің мәндері			
	35-220	330	500	750
k_3	1	0,68	0,48	0,32
k_4	1	1,35	1,45	1,5

Яғни:

$$\alpha = \left(5{,}2 \cdot 1 \cdot \sqrt{600} + 0{,}23 \cdot 1 \cdot 600\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}265 \text{ (дБ)},$$

$$\alpha = 0{,}265 \cdot 58{,}5 + 2{,}5 = 18 \text{ (дБ)}.$$

ЖЖ бөгегішпен анықталынған өшу мына формуламен анықталады:

$$\alpha_р = 20 \cdot \log\left(1 + \frac{Z_{дт} \cdot Z_{рт}}{R\left(Z_{дт} + Z_{рт}\right)}\right) \quad (4.17)$$

Яғни $Z_{л.т} = 450$ Ом., $Z_{л.т} = 685$ Ом, $R = 650$ Ом

$$\alpha = 20 \cdot \log\left(1 + \frac{685 \cdot 450}{650(685+450)}\right) = 3 \text{ (дБ)}.$$

Сүзгі өшуі мына формула бойынша табылады:

$$\alpha_c = 1 + 20 \cdot \log\left(1 + \frac{Z_{дт} + Z_{рт}}{2\sqrt{Z_{дт} \cdot Z_{рт}}}\right), \quad (4.18)$$

$$\alpha_c = 1 + 20 \cdot \log\left(1 + \frac{685+450}{2\sqrt{685 \cdot 450}}\right) = 7{,}116 \text{ (дБ)}.$$

ЖЖ кабель өшуін формула бойынша табылады:

$$\alpha = 0{,}13 \cdot \sqrt{f} \cdot l, \quad (4.19)$$

$$\alpha = 0{,}13 \cdot \sqrt{600} \cdot 0{,}25 = 0{,}796 \text{ (дБ)}.$$

ЖЖ тораптың есептеу өшуі:

$$\alpha = 10{,}1 + 2{,}76 + 2{,}6 + 1{,}55 = 17{,}01 \text{ (дБ)}.$$

Өшу коэффициенті мынаған тең:

$$a_{мф} = (3{,}2\sqrt{100} + 0{,}024 \bullet 100)10^{-3} = 0{,}0344 \text{ (дБ/км)}.$$

Желі өшуі мына формула бойынша табылады:

$$a_{эж} = 0{,}0344 \bullet 80 + 2{,}5 = 5{,}25 \text{ (дБ/км)}.$$

Торап сұлбасына шеттерінен кіретін ЖЖ кабельдердің өшуі:

$$\sum \alpha_{каб} = \alpha_{каб1} + \alpha_{каб2}, \quad (4.20)$$

$$\sum \alpha_{каб} = 0{,}13\sqrt{100}(0{,}1 + 0{,}1) = 0{,}26 \text{ (дБ)}.$$

ЖЖ торапқа кіретін әрбір ӘЖ-нің өшуі:

$$\sum \alpha_{эж} = \alpha_{эж1} + \alpha_{эж2}, \quad (4.21)$$

$$\sum \alpha_{эж} = 0{,}046(15 + 12 + 8) + 5 = 7{,}07 \text{ (дБ)}.$$

Жиілігі 100 кГц үшін ЖЖ айналу жеріндегі сымдардың өшуі:

$$\sum \alpha_{каб} = \alpha_{каб1} + \alpha_{каб2} + \alpha_{каб3}, \quad (4.22)$$

$$\sum \alpha_{каб}=0{,}13\sqrt{100}(0{,}1+0{,}04+0{,}2)=0{,}42 \text{ (дБ)}.$$

Сұлба құрамына кіретін ЖЖ бөгегіштердің өшуі:

$$\sum a_з = 4\cdot 20\log\left(1+\frac{450\cdot 450}{650(450+450)}\right)=10{,}4 \text{ (дБ)}.$$

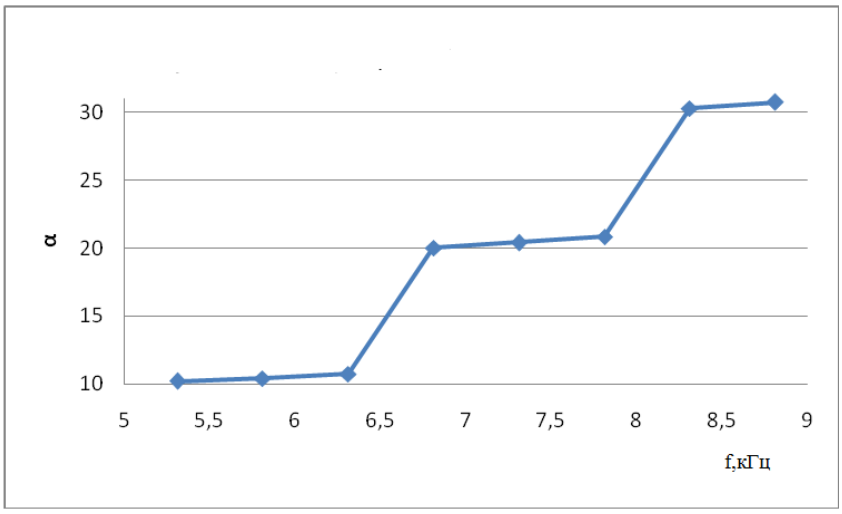
Ал қосылу сүзгілерінің өшуі:

$$\sum a_c = 4\cdot\left[1+20\log\left(\frac{450+450}{2\sqrt{450\cdot 450}}\right)\right]=4 \text{ (дБ)}.$$

Сонымен жалпы параметрлер 4.6 кестеде келтірілген.

4.6 кесте – Параметрлерді өлшеу

Параметр	Жиілік үшін есептелініп жатқан мән, кГц		
	100	150	200
$a_{МФ}$, дБ/км	0,0344	0,0428	0,05
$a_{ВЛ}$, дБ	5,25	5,92	6,5
$\sum a_К$, дБ	0,26	0,32	0,37
$\sum (a_З + a_{ФП})$, дБ	7,31	7,31	7,31
$a_Т$,дБ	12,82	13,55	14,18
$a^1_Т$, дБ	14,05	14,72	15,30



4.5 сурет – Сүзгі өшуінің жиіліктік тәуелділігі

Бастапқы берілгені $Z_З$ = 650 Ом тең болған кездегі (4.5 сурет) тармақ өшуі:

$$a_{тар} = 20\log\left(1{,}3 + \frac{285}{1\cdot 650}\right) = 4{,}8\,(дБ).$$

Егер де есептеу барысында біз есептеу барысында ФПУ 6400/65-800 ZФП = 450 Ом сүзгісінің орнына ФПУ 2200/100- 800 с Z ФП= 730 Ом сүзгісін орнатсақ онда ЖЖ бөгеуішінің өшуі былай өзгереді:

$$\sum a_б = 4\cdot 20\log\left(1 + \frac{730\cdot 450}{650(730+450)}\right) = 12{,}4\ (дБ),$$

$$\sum a_с = 4\left(1 + 20\log\left(\frac{730\cdot 450}{2\sqrt{730+450}}\right)\right) = 5\ (дБ),$$

$$\sum(a_б + a_с) = 17{,}4\ дБ.$$

Тайғанақ кезіндегі өшудің өсуі мына формула бойынша табылады:

$$\Delta a_{тай} = \frac{k_з k_{сх} m_{тай}}{1-0{,}38 k_{сх}\log\left(1+\frac{2d_{тай}}{d_{пр}}\right)}\log\left(1+\frac{2d_{тай}}{d_{пр}}\right) l_{тай}. \qquad (4.23)$$

$$\Delta a_{тай} = \frac{1\cdot 1\cdot 0{,}125}{1-0{,}38\cdot 1\cdot\log\left(1+\frac{2\cdot 1{,}5}{2{,}52}\right)}\log\left(1+\frac{2\cdot 1{,}5}{2{,}52}\right)\cdot 30 = 1{,}47\ (дБ).$$

50 кГц үшін өшу мынаған тең:

$$\Delta a_{тай} = \frac{1\cdot 0{,}68\cdot 0{,}125}{1-0{,}38\cdot 0{,}68\cdot\log\left(1+\frac{2\cdot 1{,}5}{2{,}52}\right)}\log\left(1+\frac{2\cdot 1{,}5}{2{,}52}\right)\cdot 30 = 0{,}95\ (дБ).$$

Енді жиілігі 100 кГц ӘЖ 220 кВ желінің тәждік бөгеуін есептейік:

$$C_2 \approx \frac{66{,}2}{\ln 1{,}26\cdot\frac{578}{1{,}25}} - 1{,}2 = 9{,}2\ (пФ/м).$$

Желінің орта фазасындағы электр өрісінің кернеулігін табайық:

$$E \approx 0{,}0147\frac{9{,}2\cdot 220}{1{,}25} = 23{,}79\ (кВ/см).$$

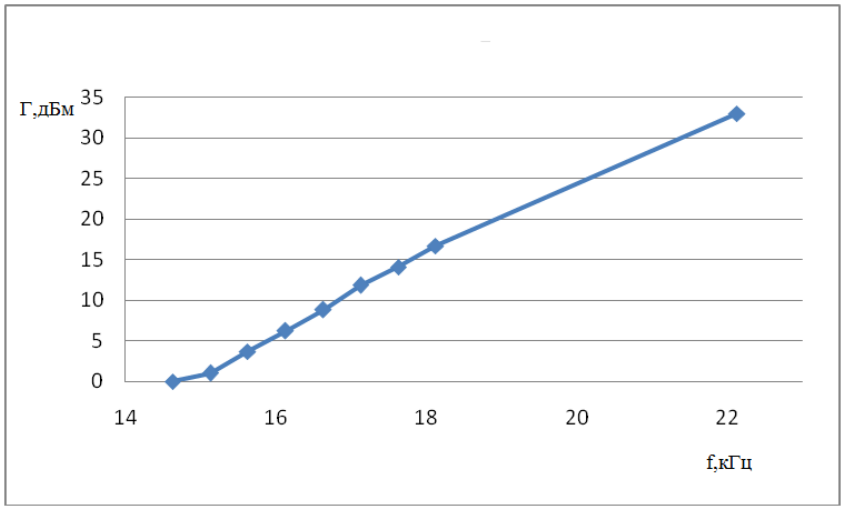
Өшулердің генерациясы мынаған тең:

$$Г_{50} = -67{,}1 + 2{,}3\cdot 23{,}79 + 40\lg 1{,}25 = -8{,}5\ (дБм).$$

1 кГц жолағындағы 100 кГц жиілігі (4.6 сурет) үшін бөгеуіл деңгейін табайық:

$$P_{ПОМ1\ 50\%} = -36 - 8{,}5 + 10\ lg(\ 1/0{,}0344) = -29{,}9\ (дБм),$$

$$P_{ПОМ\ 3{,}1} = -29{,}9 + 101g3{,}l - -24{,}95\ (дБм).$$



4.6 сурет – Өшу генерациясының жиіліктік тәуелділігі

4.2 Жоғарғы және төменгі жиілік Г-тәрізді сүзгіні есептеу

R_1 резисторының орнына конденсатор қосқан соң, конденсатордың реактивті кедергісі $X_c = R_1$.

Формула бойынша кернеу бөлгішінің R2 кедергісін анықтайық:

$$R_2=U_{шығ}*R_ж/U_{кір}, \qquad (4.24)$$

$$R_2=0{,}7*5000/1 = 3500 = 3{,}5\ (кОм).$$

R_1 резисторының кедергісін анықтайық:

$$R_1=R_ж-R_2, \qquad (4.25)$$

$$R_1=5 – 3{,}5= 1{,}5\ (кОм).$$

Есептелінген кедергі кезіндегі сүзгі шығысындағы кернеудің мәнін анықтайық:

$$U_{шығ}=U_к*R_2/(R_1+R_2), \qquad (4.26)$$

$$U_{шығ} = 1*3500/(1500+3500) = 0,7 \text{ (В)}.$$

Xc=1/2пFC=R1 —>C=1/2пFR1 осыдан, конденсатор сыйымдылығы мынаған тең болады:

$$C=1/2пFR1, \qquad (4.27)$$

$$C=1/2*3,14*2000*1500 = 5,3*10^{-8} = 0,053 \text{ (мкФ)}.$$

Онымен қоса конденсатор сыйымдылығын мына формула арқылы табылады:

$$C=1,16/R2пF. \qquad (4.28)$$

$F_{ср}$ срезінің жиілігінің формуласын жоғарыдан шығарып аламыз:

$$F_{ср}=1/2\pi R_1C, \qquad (4.29)$$

$$F_{ср}=1/2*3,14*1500*0,000000053 = 2003 \text{ (Гц)}.$$

Сонымен берілген параметрлермен ($R_ж$= 5 кОм, $F_{ср}$= 2000 Гц) жоғарғы жиілік сүзгісін құру үшін R_2= 3,5 кОм кедергі және сыйымдылығы C=0,053 мкФ конденсатор қажет.

R_2 резисторының орнына конденсатор қосқан соң, конденсатордың реактивті кедергісі $X_c = R_2$.

Формула бойынша кернеу бөлгішінің R2 кедергісін анықтайық:

$$R_2=0,7*5000/1 = 3500 = 3,5 \text{ (кОм)}.$$

R_1 резисторының кедергісін анықтайық:

$$R_1=5 – 3,5= 1,5 \text{ (кОм)}.$$

Есептелінген кедергі кезіндегі сүзгі шығысындағы кернеудің мәнін анықтайық:

$$U_{шығ} = 1*3500/(1500+3500) = 0,7 \text{ (В)}.$$

Xc=1/2пFC=R1 —>C=1/2пFR1 осыдан, конденсатор сыйымдылығы мынаған тең болады:

$$C=1/2*3,14*2000*3500 = 2,3*10^{-8} = 0,023 \text{ (мкФ)}.$$

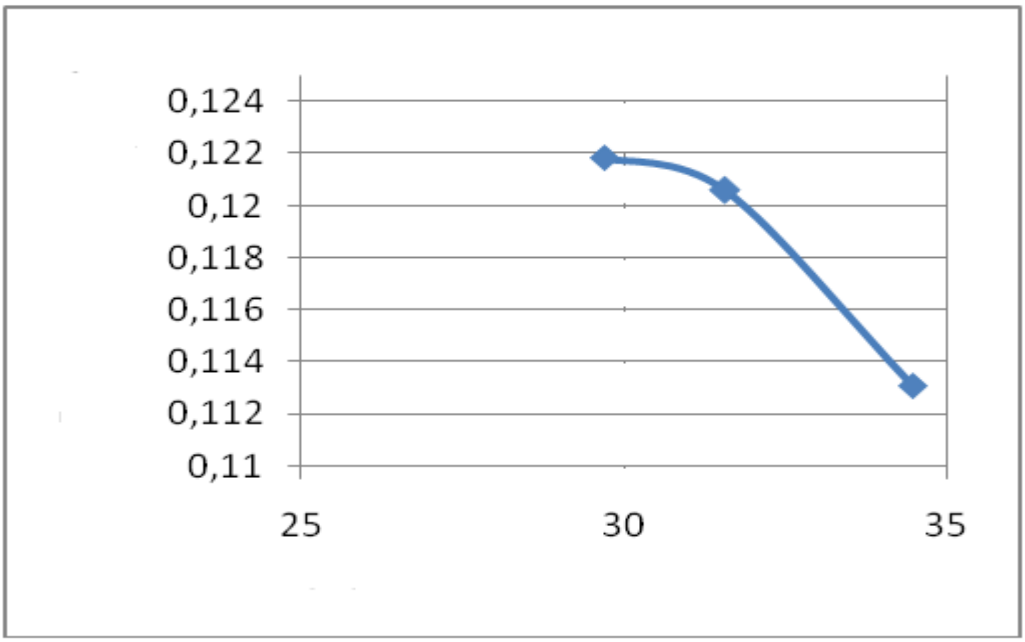
Онымен қоса конденсатор сыйымдылығын мына формула арқылы

табылады:

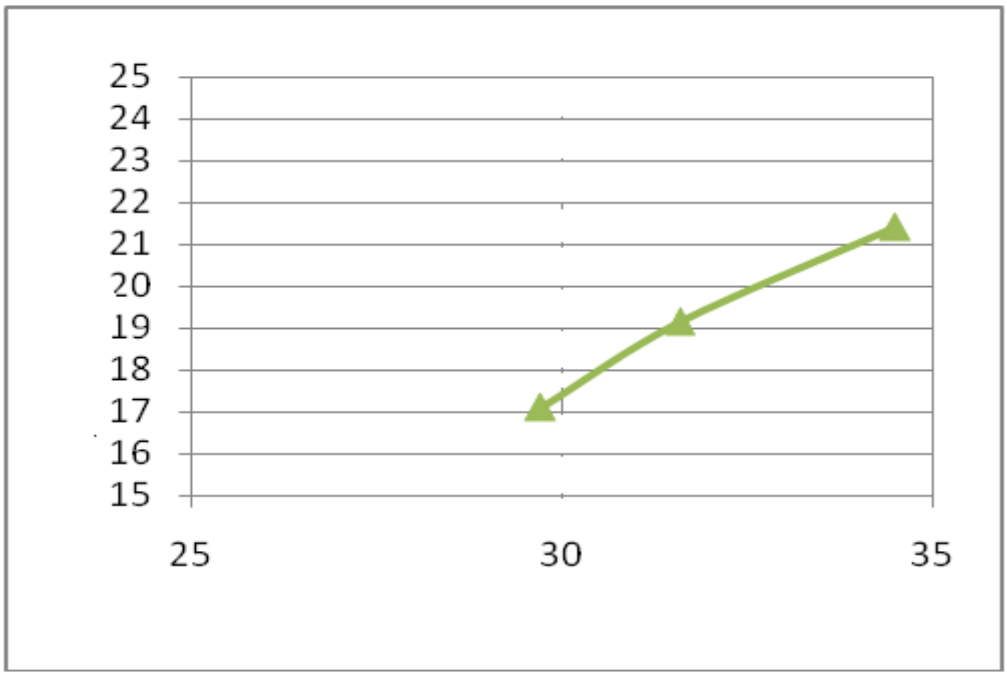
$$C=1,16/R2\pi F. \qquad (4.30)$$

$F_{ср}$ срезінің (4.7 сурет) жиілігінің формуласын 4.30 формуласынан шығарып аламыз:

$$F_{ср}=1/2*3,14*3500*0,000000023 = 1978 \text{ (Гц)}.$$



а)



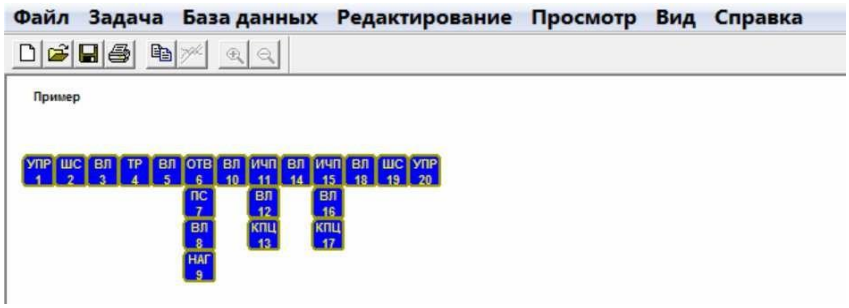
б)

4.7 сурет – ЖЖ және ТЖ сүзгі фазалық өшулері
а) ЖЖ сүзгі б) ТЖ сүзгі

4.3 Wintrakt программасымен өшуді тексеру

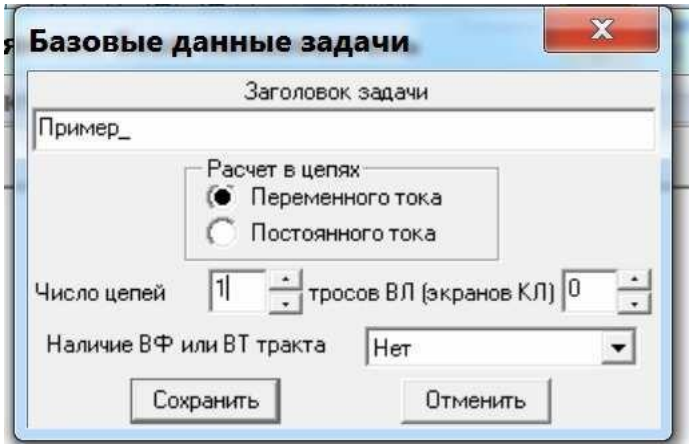
Программа төменде көрсетілген түрге ие. Бұл бөлімде УПР немесе КН элементтерінің бірін таңдап, торап басына енгізу қажет.

Белгіленген элементті (біздің жағдайымызда УПР) енгізгеннен кейін, ол сұлбада пайда болады және содан кейін менюдағы басқа элементтерді енгізуге болады. Ол келесі түрге ие. Содан кейін, біртіндеп элементтерді енгізгеннен кейін торап сұлбасы құрылады. WinTrakt (4.8 сурет) программасында құрылған сұлба мынадай түрге ие.



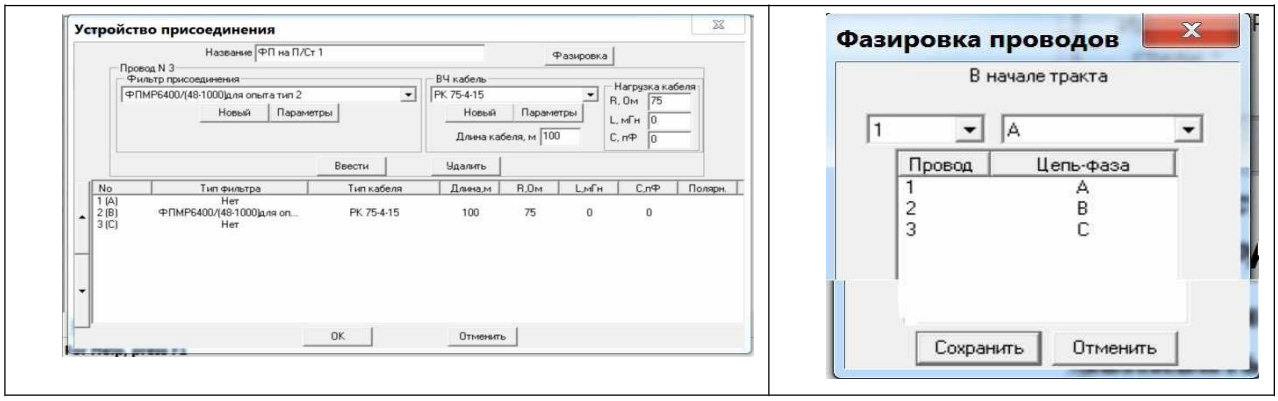
4.8 сурет – ЖЖ торап сұлбасы

Есептелініп жатқан тораптың сұлбасын құрастырудың алдында программа есептің берілгенін (4.9 сурет) талап етеді, бұл терезе осындай түрге ие:



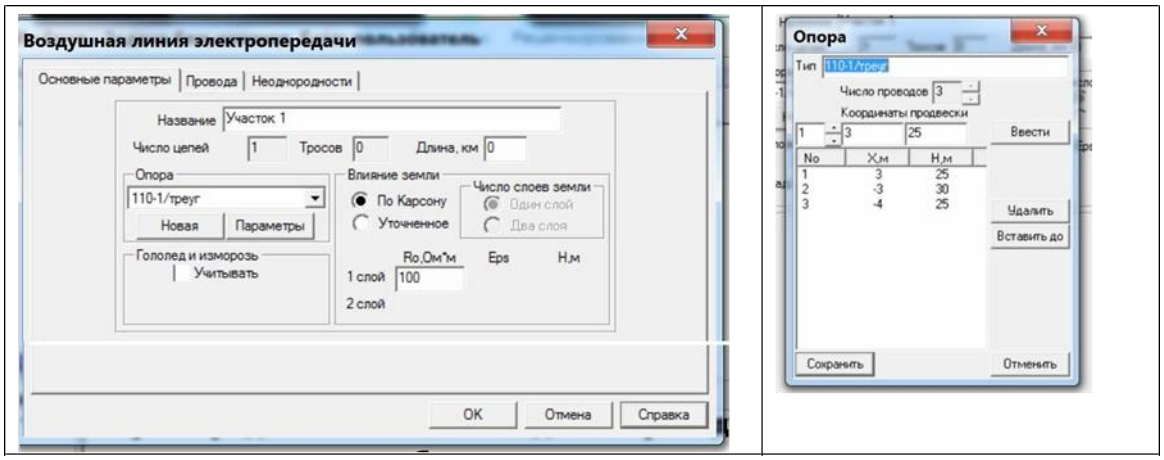
4.9 сурет – Есептің берілгенін енгізу

Бүкіл элементтер бойынша берілгенін енгізу үшін тышқанның оң кнопкасын басып, «параметры» (4.10 сурет) бөлімінде іске асырылады.



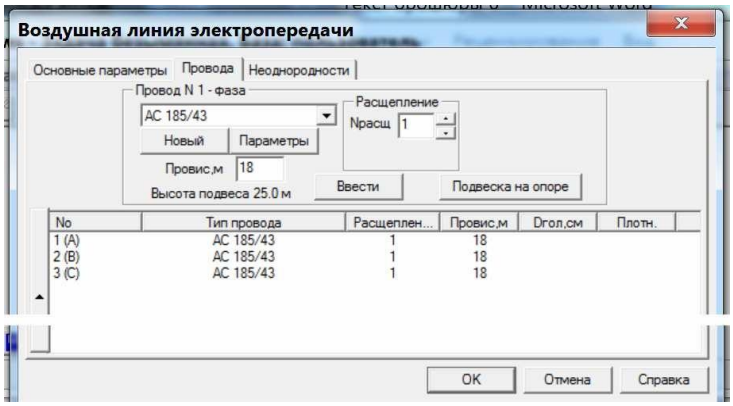
4.10 сурет – Торап берілгенін енгізу

Енді ӘЖ-нің (4.11 сурет) параметрлерін енгізейік:



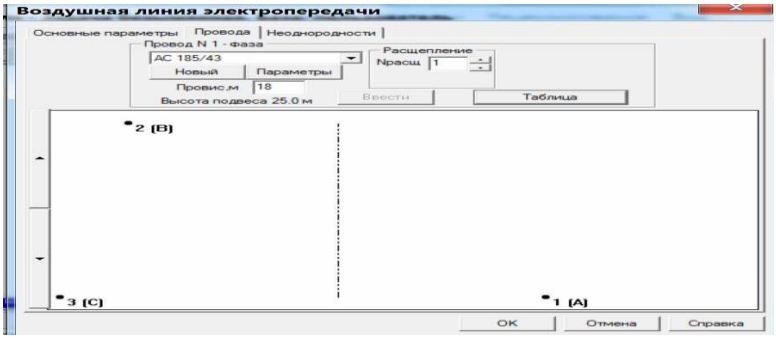
4.11 сурет – ӘЖ параметрлері

Сымдардың орналасуы 4.12 суретте көрсетілген.



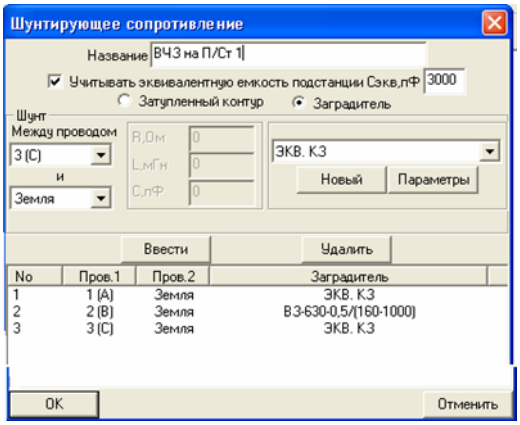
4.12 сурет – Провод параметрлері

Бұл терезеде фаза мен тростардың аттары мен орналасуын айқын көруге болады. Бұның көмегімен (4.13 сурет) фаза мен тростардың қай жерде тұрғанын визуалды түрде өте ыңғайлы түрде көруге болады.



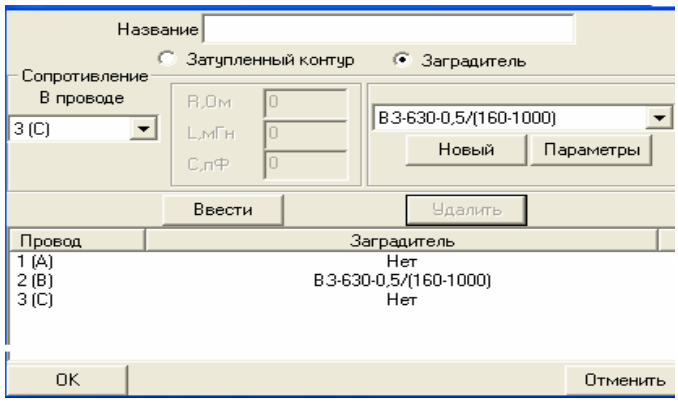
4.13 сурет – Фаза мен тростардың орналасуы

Шунтталған кедергі (4.14 сурет) терезесі:



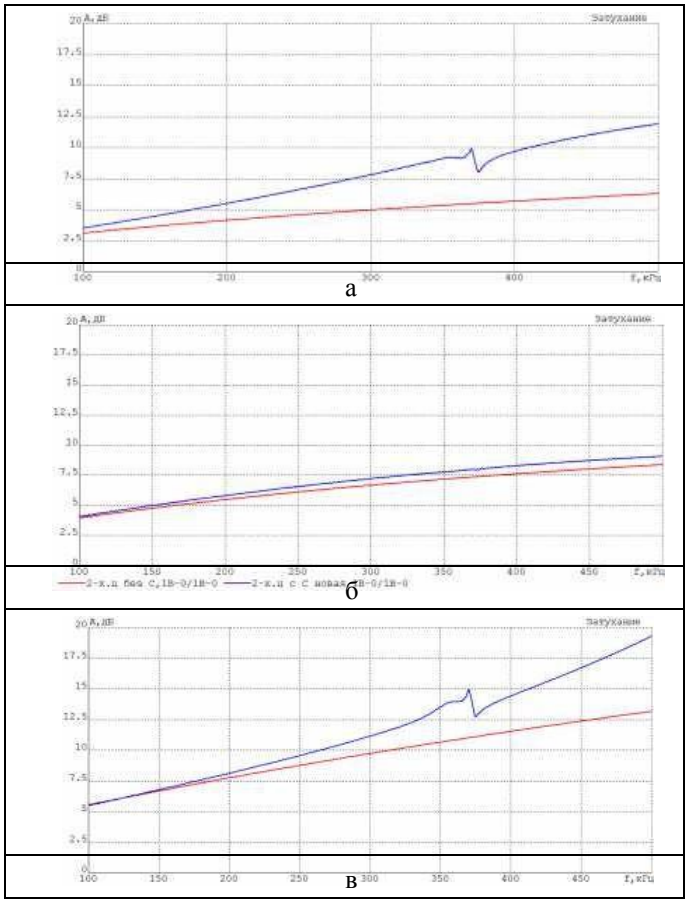
4.14 сурет – Шунтталған кедергі

Тізбектей кедергі элементінің (4.15 сурет) терезесі төменде келтірілген:



4.15 сурет – Тізбектелген кедергі

Енді торап өшуінің графигін алайық:



а)жоғарғы фаза – жер; б) орта фаза – жер; в) төменгі фаза – жер.

4.16 сурет – Ұзындығы 50 км екі тармақты ӘЖ 220 кВ бойынша торап өшуі:

Осы суреттен байқап отырғанымыздай (4.16 сурет) орта фаза – жер графигінде торап өшуінің тәуелділігі бірқалыпты секірісті емес.

5 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

5.1 Жобаның сипаттамасы

Бұл дипломдық жұмыста релейлік қорғаныс құрылғысы мен ПВЗУ-Е апатқа қарсы автоматикасына арналған ӘЖ бойынша жасалынған ЖЖ – арнаның ЭВМ цифрлық қабылдағыштың жобасы орындалған. Жұмыс жиілігінің диапазоны 24 – 1000 кГц [24].

АЦП мен процессордың разрядтарына тәуелді сигнал деңгейінің динамикалық диапазонына қарай ПРМ функционалдық түйіндерінің алдын-ала есептеулері жүргізіледі.

Жобалаушы адамның автоматтандырылған жұмыс орнының негізі

болып видеотерминал (дисплей), клавиатура, манипулятор «тышқан», принтері бар ПЭВМ болып табылады. Компьютер жиілігі 50 Гц-ке тең айнымалы токтың желісінен қоректенеді. Жұмыс кернеуі 220 В, пайдаланылатын қуат мөлшері 250 Вт, жұмыс ток 1 А.

Пайдаланылуы бойынша ЭБЖ магистральдық және таратын болып бөлінеді. Магистральдық желілер электр қуатын оны өндіретін дерлерден тұтыну аудандарына тасымалдау және энергетикалық жүйелер мен энергетикалық бірлестіктер арасында байланыс жасау үшін қызмет етеді. Таратынжелілер энергияны тұтынушыларға беру үшін қызме етеді, Бұл желілер мұнда магистральдықжелілер кіретін тораптық шағын станциялардан бастап тарайды және таратын желіні құрайды. Кейде 220 кВ желілер магистральдық желілердің рөлін ойнағанымен, ал 330 – 500 кВ желілер тікелей ірі тұтынушыларды қоректендіру үшін пайдаланыла алғанымен, таратынжелінегізінен 220 кВдейінгі кернеуге орындалады.

Түзу сымдардың жоғары беріктілігі және оларды ұстап отыратын конструкциялардың арқасында электртарату желілерінің сенімділігі ауа байланыс кабельдеріне қарағанда едәуір мықты. Егер электртарату желілері тек дауыл, қатты найзағай, тайғанақ сияқты күшті табиғи құбылыстар әсерінен бұзылса, ауа кабельдері күшті желдердің әсерінен де, сәл ғана тайғанақ пайда болуынан да бұзылып кетеді. Ауа желілері байланыстыратын мекендер көбінесе хабар тарату қажеті бар мекендерімен сәйкес келеді. Сондықтан да ауа желілерінің пайда болуынан бастап олар байланыс үшін қолданылады. Яғни, сым тарту қажеттілігі төмендейді және, ең бастысы, олардың бақылауын ұйымдастыру да керек емес. Ауа желілерін бақылауға арналған арнайы басқарма байланыс каналдарының пайда болуына қарамай ұйымдастырылады. Сондықтан ауа желілерінің дұрыс жұмысын қамтамассыздандыруға арналған қаражат арнайы байланыс желілелріне, радиорелейлік желілеріне қарағанда азырақ. Ауа желіліндегі байланыс арналары 35кВ жоғары барлық желілерде ұйымдастырылады. Ал ауылдық мекендерде кейде одан да төменгі кернеулікте кездеседі.

Ауа желілері бойынша байланыс алыс қашықтықтардағы байланыстың бір түрі болып саналады. Алайда, электртарату желілерінің ерекше қасиеттері алыс қашықтықтардағы байланыс техникасынан ерекшеленеді. Өндірістік жиіліктердегі жоғары кернеудің астында ауа желілері өзін жақсы ұстайды. Яғни, ауа желілері бойынша жоғары жиілікті байланыс тек өндірістік жиіліктерден қарапайым әдістермен алынатын жиіліктермен жұмыс істеу қажет.

Аппаратураның беру/қабылдаужиіліктерінің номиналды жолақтары 4 кГц қадаммен 16 бастап 1000 кГц дейін жиіліктер диапазонының шектерінде таңдап алынады.

Беру/қабылдаудың бір бағыты үшін жиіліктер жолағының номиналды ені 4 кГц қадаммен 4 кГц бастап 56 кГц дейін. Спектрді жалпы және арна-арнамен инверсиялау қарастырылған.

Жалпы номиналды жиіліктер жолағы бағдарламалық жолмен ақпаратты ЧРС және ВРС режимдерінде беретін арналар арасында бөлінеді.

Аппаратура қабылдау және беру бағыттарының өткізу жолақтарының алшақтанған және шектес орналастырылуымен жасалады.

Беру/қабылдаубағыттары алып отыратын жолақтар 4 кГц ×n. Мұнда n – аппаратурадағы арналар саны.

Жолақтардың алшақтанған орналастырылуы кезінде беру/қабылдау бағыттарының жолақтарының шеттері арасындағы жиіліктердің алшақтауыкемінде 8 кГц.

Көрші аппаратураны қосу жиіліктердің беру жолағына беру жолағының еніне жақын емес, бірақ кемінде 8 кГц, қабылдау жолағына 8 кГц жақын емес алшақтанған орналасуы кезінде мүмкін болады.

Хабарламаның көзі мен қабылдағыш арасында байланыс арнасын ұйымдастырудың құрылымдық сұлбасы суретте көрсетілген. Бұл сұлбада қосу аппаратурасы (ҚА) және өңдеу аппаратурасы (ӨА) бар. Қосу аппаратурасы ЖЖ сигналдарды жіберетін ұштағы тығыздау аппаратурасынан бастап электр берілісі желілері сымдарына беру үшін және сигналдарды сымдардан қабылдағыш ұштағы тығыздау аппаратурасына беру үшін қызмет етеді. Өңдеу аппаратурасы осыларға қосу аппаратурасы қосылатын ЖВЖ сымдарын жоғары жиілік бойынша жоғары кернеудің қалған желісінен бөлу үшін қызмет етеді. Өңдеу және қосу аппаратурасы кей жағдайларда бірыңғай электр схемасын құрайды.Байланыс арнасының арнаның бір ұшында тығыздау аппаратурасының таратқышының шығуынан бастап осы аппаратураның қабылдағышының екінші ұштағы кірісіне дейінгі учаскесі жоғары жиілікті тракт деп аталады. ЖЖ тракттың қосу аппаратурасының ЖВЖ сымдарына қосылу нүктелері арасындағы учаскесі желілік тракт деп аталады. Электрмен жабдықтаудың сенімділігі менүнемділігі қазіргі заманымыздағы әрбір елдің экономикасының негізі болып табылады. Бұл үшін күрделі энергетика жүйелері жасалады. Мұндай жүйелермен жұмыс істеудің және оларды басқарудың сенімділігін қазіргі заманғы техникалық шағын жүйелер қамтамасыз етіп отырады. Иерархияның бір деңгейінің ішіндегі немесе әртүрлі деңгейлері арасындағы энергетика жүйесінің бөліктері (электр станциясы, шағын станциялар, басқару орталықтары және т.с.) арасындағы ақпараттық байланыстардың сенімділігі сенімді де тұрақты жұмысты қамтамасыз ету үшін аса маңызды.

Электр желісі электр берудің жоғары вольтты желілерінен (ЖВЖ) тұрады. Осы себеппен 1925 ж. өзінде-ақ ЖВЖ телекоммуникациялық беру ортасы ретінде қолдану идеясы пайда болған еді. Телекоммуникация саласындағы ілгерілеуді қолдана отырып, бұл технология бүгінгі таңда да қолданылып келеді.

Ақпаратты ЖВЖ арқылы беру технологиясы қысқартылған ЖЖ байланыс атауын алды. ЖЖ байланыс бүгінгі таңда басым болып табылмайды, алайда, басқа қазіргі заманғы технологиялармен қатар,

энергетикалық жүйелердің телекоммуникациялық байланыс желілерінде табыспен қолданылып отыр.

5.2 Жобаның қауіпсіздігі

ЭВМ – мен жұмыс істеген кезде негізгі қауіпті фактор оргтехника қолдану кезінде пайда болады: компьютерлер, принтерлер және т.б. ЭВМ оператор еңбегі өндірісте кең қолданылған зиянды факторлардың (шаң, вибрация) болмауымен сипатталады, алайда оларға мониторлан сәулелену түседі, көру мүшелері әрдайым жұмыс істеп отырады.

Видеотерминал қасында көп уақыт бойы жұмыс істеген кезде адамда: көру аппараты қызарады, жалпы шаршау, ұйқы бөлінуі, көздің ауруы, омыртқада, мойын төңірегі мен қолдың ауруы. Осыдан оператордың жұмыс орнының қауіпсіздік ережесі пайда болады, яғни, бөлме микроклиматы, жарықтануы, ЭВМ-ның техникалық сипаттамалары, және электр мен өрт қауіпсіздігі.

5.2.1 Электрқауіпсіздігі. Электрқауіпсіздігі дегеніміз – адамдарды электр тогының, электрлік доғаның және статикалық электрдің қауіпті және зиян әсерінен қорғайтын ұйымдастыру және техникалық құрылғылар мен шаралардың жүйесі.

ЭВМ-ның барлық түрлері кіретін электрлік қондырғылар адамдар үшін үлкен қауіп төндіреді, өйткені эксплуатация кезінде немесе профилактикалық жұмыстар жасаған кезде адам байқаусызда кернеуде болған бөлшектерді ұстай салуы мүмкін. Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың тізіміне электр тізбегіндегі кернеу мәнінің тым жоғары болуы, ол кезде тұйықталу адам денесінде орнауы мүмкін, статикалық электр мәнінің, электромагниттік сәулеленудің жоғары деңгейі.

Басқа қауіп төндіретін ошақтарға қарағанда электр тогын арнайы құрылғығынсыз табу қиынға соғады.

Адам денесі арқылы өткен кезде ток термиялық, биологиялық және электролитикалық әсер етеді. Электр тогының адамға әсерінің салдары 5.1 кестеде көрсетілген.

5.1 кесте – Адам денесіне электр тогының әсері

Әсердің түрі	Салдары	Электрзардаптың түрі
Термиялық	Жеке дене мүшелерінің отқа түсуі, ішкі мүшелерінің қызуы	Электрлік белгі, тері металлизациясы.
Биологиялық	Тірі дене қабаттарының ыдырауы, бұлшық еттерінің жиырылуы	Механикалық соққылар
Электролитикалық	Қан мен басқа сұйықтықтардың ыдырауы, физико-химиялық құрамының өзгеруі	Электр соққысы

Электр тогының әсеріне түсуінің негізгі себептері:

а) кернеу астында тұрған ток өткізетін бөлшектердің қасына баруы немесе оларға байқаусызда тию;

б) электрқұрылғының металл құрылымдық бөлшектерінде кернеудің пайда болуы;

в) қате қосылудың салдарынан адам жұмыс істейтін жердегі өшірілген ток өткізгіш бөлшектерінде кернеудің пайда болуы;

г) сымның жерге тұйықталуынан жер бетінде қадамдық кернеудің пайда болуы;

д) 220 В кернеудегі айнымалы ток желісіне қосылған ПЭВМ-де жұмыстардың орындалуы.

Изоляция бұзылған кезде электр тогының соққысынан қорғану үшін келесі қорғану шаралары қолданылады:

а) жерлену;

б) нөлдену;

в) қорғану өшірулуі;

г) потенциалдың теңесуі;

д) қорғану сымдардың жүйесі;

е) ток өткізбейтін бөлшектердің изоляциясы;

ж) желінің электрлік бөлінуі;

и) кішкентай кернеу;

к) изоляцияны бақылау;

л) токтар компенсацияның жерге тұйықталу.

Қорғану жерленуі немесе нөлденуі изоляцияның бұзылуынан кернеу астында тұрған металл ток өткізбейтін бөлшектердің адамдарды электр соққысынан қорғау қажет. Қорғану жерленуді электрқондырғылардың металл бөлшектердің «жермен» немесе оның эквивалентімен электрлік қосылуымен жасау қажет. Өндірістік ғимараттарды жобалау кезінде контурлық жерлеуді пайдалану қажет, себебі корпусты тиген кезде адам арқылы ток шығарылатын кезге қарағанда азырақ, контур ішінде көлденең жолақтар орнатылады. Олар өз ретінде контур ішінде потенциалдарды теңестіреді. Жасанды жерленгіштер ретінде болат стерждер қолданылады. Вертикаль жерленгіштер болат шинамен қосып, әрбір жерленгішке пісіріп тастау қажет. Ғимарат ішінде басқа жерленгіш сымдар қосылатын жерлеу магистралін құру қажет. Жерлеу магистралі жерленгіштермен кем дегенде екі жерде қосылады.

Жерленуді есептеу:

Бір вертикал электрод кедергісі:

$$R_в = p_1 / 2pl \cdot (Ln\,(2l/d) + 0{,}5\,(\,(4t+l)/\,(4t-l))), \qquad (5.1)$$

мұндағы t-жерленгіштің ортасынан грунт бетіне дейінгі қашықтық;

l-стержнелі жерленгіштің ұзындығы;

d- стержнелі жерленгіштің диаметрі.

$$p_1 = p \cdot y, \qquad (5.2)$$

мұндағы р-грунттың меншікті кедергісі;

у-маусымдық коэффициенті.

Берілгені: t=2,00м; l=2,5м; d=0,06м; р=100 Ом·м – суглинок; у=1,5.

Шешуі: Rв=48,1 Ом.

Стержнелі жерленгіштерді қосатын болат жолақтың кедергісі.

$$Rn = p_1 / (2pl) \cdot Ln\,(l/d \cdot t). \qquad (5.3)$$

Шешуі: $R_п$=1,8 Ом.

Стержнелі жерленгіштердің саны.

$$n = R_в / ([r_3] \cdot h_в), \qquad (5.4)$$

мұндағы $[r_3]$-жерлегіш құрылғының нормаға сай кедергісі;

$h_в$- вертикаль жерленгіштің қолдану коэффициенті.

$[r_3]$=4 Ом деп алып, «Электрқондырғыларын орнату ережеге» сай;

$h_в$=1;

n=12 дана деп аламыз.

Сыбайлас жерленгіштердің арасы 2l-ге тең деп алып контур бойынша вертикаль жерленгіштердің орналасуын құрамыз.

Қажетті вертикаль жерленгіштердің саны

$$n = R_в / ([r_3] \cdot h_в) \qquad (5.5)$$

мұндағы $h_в$=0,66- қолдану коэффициентінің нақтылы мәні.

Яғни n=18 дана.

Жерлегіш құрылғының жалпы кедергісі

$$R = R_в \cdot R_п / (R_в \cdot h_г + R_п \cdot h_в \cdot n). \qquad (5.5)$$

$h_г$=0,39-көлденең жерленгіштің қолдану коэффициенті

Сонда R=2,2 Ом

«Электрқондырғыларды орнату ережесінде» жерлеу кедергісі нормаланады және кернеуі 1000 В-қа дейін қондырғыларда жерлегіш құрылғының кедергісі 4 Омнан аспау қажет. Жерлегіш құрылғының нақтылы кедергісі 2 Омға тең.

ЭВМ-мен жұмыс істеген кезде рұқсат етілмейді:

а) электрқоректенудің қорғанысы істен шыққан кезде ЭВМ-ды қосу;

б) электржелінің қосылған кернеуіндегі электрқоректену кабельдердің разъемі және вентиляция блоктарын қосу немесе өшіру;

в) кернеу астында болған ауыстырылатын элементтерді ауыстыру;

г) кернеу астында болған құрылғыны пайкілеу;

д) токөткізгіш бөлшектерге қатынауды жабатын қорапты жабу;

е) кернеуі 36 В және жоғары, корпустары жерленбеген электрсаймандармен жұмыс істеу.

Электрқондырғылармен дұрыс жұмыс істеген кезде және қажетті электр тогынан қорғайтын шараларды қолдану соққыға ұшырау ықтималдылығын азайтады.

Электр соққыға ұшырауды болдырмау үшін қауіпсіздік ережелеріне сай келесі іс-шаралар жасалынады:

Компьютерлер желіге үшполюсты вилка арқылы қосылады, вилканың орталық контакті сенімді жерлену қажет.

Электрқұрылғымен жұмыс істеу кезінде адамдар токөткізгіш құрылғыларға, жерлегіш шиналарға, жылыту батареяларына, сутаратқыш құбырлырға тиіспейтіндей жұмыс орны ұйымдастырылу қажет.

Жұмыс орнында адамдар қауіпсіздік ережелерінің инструктажын өту тиісті.

Кернеуді өшіру, жұмыс істемейтін құрылғыны өшіру және жерленуді жасау сияқты алдын-ала шаралы жасалынады.

5.2.2 Өрт қауіпсіздігі.Қазіргі заманғы офистерде техникалардың орналасу тығыздығы өте жоғары. Біріне-бірі жақын біріктіретін сымдар мен коммутациялық кабельдер орналасады. Олардың бойымен электр тогы өткен кезде едәуір көп жылу мөлшері пайда болады, өз кезегінде бұл температураның 90-120^{0}С-ге жоғарылуына әкеп соқтырады. Сол кезде біріктіргіш сымдардың изоляциясы пісіп кетуі әбден мүмкін, яғни ол жалаңаш қалады, соның салдары қысқа тұйықталу. Ол кезде шоқтану пайда болып, тез қызып кетіп, электр желілеріне артық салмақ түседі.

Бұның әсерінен қасында тұрған тезжанғыш заттар өрттеніп кетуі мүмкін.

Өрт қауіпсіздігіне сәйкес ғимарат өрттің алдын-алу жүйесімен, өртке қарсы қорғану жүйесімен, ұйымдасқан техникалық шаралармен жабдықталуы қажет.

Жарылу және өрт қаупінің классификациясына сәйкес беріліп отырған ғимарат ең қауіпсіз Д категориясына жатқызылады («Суық күйдегі жанбайтын заттар мен құрылғылары бар ғимарат»).

Бөлменің өрт қауіпсіздігі автоматикалық қондырғы өрт сигнализациясымен жабдықталады, сонымен қатар белгілі бір ережеге өртке төтеп бере алу нормасы бар сәйкес ғимараттың негізгі құрылыс конструкциясы міндетті түрде қарастырылады.

Ұйымдасқан-техникалық іс-шаралар көлемінде клесі ережелер

орындалады:

а) бөлме ішінде темекі шегу және ашық отты пайдалану тыйымға салынады;

б) жұмыс орнында іске қолданыла алмайтын тараның ішінде ЛВЖ-ны сақтау тыйым салынады;

в) істен шыққан электрқұрылғысын қолдану тыйым салынады;

г) жұмыс біткен соң барлық электрқұрылғылар токтан ажыратылады.

Сонымен қатар, бірінші ретті өрт сөндіретін нормасына сай, егер де бөлме ауданы 100 $м^2$ аспаған жағдайда, жұмысшылар қолында көміртегі өртсөндіргіш ОУ-5 болады. Ол ортаның температурасы - 40-тан $+50^0$ С-ға дейін әртүрлі заттар мен кернеуі 10 кВ-қа дейін электрқұрылғыларды сөндіруге арналған.

5.2.3 Жұмыс орнындағы микроклимат. Еңбек сапасына қауіпсіздігіне ең қатты әсер ететін фактор болып жұмыс орнының микроклиматы болып табылады. Ол температураның деңгейімен, ауа ылғалдылығымен, оның жылдамдығымен сипатталады. Бұл параметрлер 5.2 кестеде жазылған мәндерге сәйкес болуы қажет.

5.2 кесте – Өндірістік бөлмедегі микроклимат параметрлерінің нормалары

Параметрлер	Параметрлер мәндері	
Микроклимат	Жазда	Қыста
Температура, °С	23-25	22-24
Ауа массаларының жылдамдығы, м/с	0.1-0.2	0.1
Салыстырмалы ылғалдылық, %	40-60	40-60

Ауа температураның тым жоғары болуы, әсіресе жоғары ылғалдылықпен бірге, оператордың жұмыс істеу қабілеттілігін қатты кемітеді. Соның салдарынан адам аз уақытта шаршап кетеді, оның көру қабілеті азаяды, сенсомоторлық реакцияларының жылдамдығы азаяды, қателіктері көбейеді.

Зертхана еденінің ауданы 60 $м^2$, әр жұмысшыға 7,5 $м^{2,}$ ережеге сай.

5.2.4 Елді мекендегі 10 кВ ӘЖ тіреу жерлендірушінің кедергісі . 110 кВ ӘЖ 1-2 км ара – қашықтықта троспен қорғалуы тиіс. Әрбір тіреудегі трос жерге тұйылталу керек. Жерлендірудің кедергісі $\rho < 100$ Ом.м кезінде 10 Ом және $\rho > 500$ Ом.м кезде 20 Ом.

РТ-1 вентильді разрядтауыш комплектісі келесі жағдайда орнатылады:

а) желі толығымен ағаш тіреумен орындалса;

б) желі ағаш тіреумен, ал жақындағылар темір немесе темірбетон.

РТ-2 вентильді разрядтауыш комплектісі 35 кВ ӘЖ бүкіл ұзындығы бойынша тросы жоқ.

Сөндіру токтың шегін келесі шарттар бойынша таңдаймыз:

а) үш фазалы Қ.Т. соққы токтың ағымдағы мәні жоғардағы мәннен кем болу керек;

б) екі фазалы Қ.Т. тогы сөндіру токтың төменгі мәнінен үлкен болу керек;

в) жерге тұйықталуды есептеу салынып жатқан жерге тұйықтауыш контурдың кедергісін анықтау үшін жүргізіледы, оның мөлшері мен формасын. Жерге тұйықтауыш контуры тік жерге тұйықтауыш, көлденең жерге тұйықтауыш және жерге тұйықтауыш өткізгіштен тұрады. Тік жерге тұйықтауыш жерге белгілі бір тереңдікке дейін қағылады;

г) Бұл жерге тұйықтауыштардың мөлшері мен саны, өзара ара – қашықтығы, топырақтың кедергісі – барлық осы параметрлер жерге тұйықтауыштың кедергісі тікелей тәуелді;

д) жерге тұйықтауыш жанасу кернеуін қауіпсіз мөлшерге дейін төмендету үшін қызмет етеді. Жерге тұйықтауыш қауіпті әлеуетті жерге жібере отырып, адамды электр ток соққысынан қорғайды;

е) жерге кететін токтың мөлшері жерге тұйықтауыш контурдың кедергісіне тәуелді. Кедергісі неғұрлым аз болса, соғұрлым электр қондырғылардың корпусындағы қауіпті әлеует мөлшері аз болады;

ж) жерге тұйықтауыш қондырғылар, оларға артылған белгілі талаптарды қанағаттандыру қажет, әсіресе қауіпті әлеуеттің бөлінуі;

и) қолданыстағы материалға тәуелді жерге тұйықтауыштың минималды мөлшері келесі мәндерден кем болмауы тиіс.

5.3 Төмендеткіш қосалқы станцияны найзағайдан қорғау

Электрмен жабдықтау жүйесінің ғимараттарын жобалауда оларды найзағайдың тікелей соққысын ескере отырып, одан қорғануды қарастыру керек.

3-500 кВ электр станциялары мен қосалқы станцияларды найзағайдың тікелей соққысынан және электрберіліс желісінен келетін дауыл толқынан қорғау үшін нұсқауларына сәйкес:

а) ашық тарату құрылғылары (АТҚ), сонымен қатар шиналық көпірлер және иілмелі байланыстар;

б) машиналық залдың ғимараты және жабық тарату құрылғылары (ЖТҚ);

в) майсақтауыш ғимараттар.

Станциялар мен қосалқы станциялардыың АТҚ найзағайдың тікелей соққысынан стерженьді найзағай жайратқыштар қорғайды, ал созылған шиналық көпірлер мен иілмелі байланыстарда трасты найзағай жайратқыштар қолданылады.

6. ЖЖ – жиілікті байланыстың экономикалық оңтайлығын бағалау

6.1 Технико-экономикалық бағалау. Бизнес-жоспар

Қазақстанда ЖЖ – байланысты кеңірек орнатып, пайдалануға негіз күн сайын арта береді. кеңірек пайдалануға. Бұл, негізінен, еліміздің энергетикалық саласына қажет. Өйткені, жоғары вольтті желілер энергетикалық компаниялардың жеке меншігі болғандықтан, оларға бұл байланыс тиімді де, арзанырақ. Әрине, бұл желілер жылдамдық пен сапа бойынша опто-талшыққа жете алмағанымен, кең қолданыс тауып жатыр. Сонымен қатар, ЭТЖ бойынша жоғары жиілікті байланыстың тағы бір артықшылығы байланыс провайдерлерінен тәуелсіздігі. Бұл, әсіресе, апатты жағдайларды қатты қажет.

Экономикалық оңтайлықты сипаттайтын белгілерге біз таза дисконтталған табыс (немесе интегралды эффект) пен реконструкция бойынша шығындардың өзін-өзі ақтау мерзімі.

Таза дисконтталған табыс (ТДТ) немесе интегралды эффект анықталып жатқан мерзім ішінде эффекттердің қосындысы ретінде табылады. Бұл бастапқы қадамға келтірілген немесе интегралды нәтижелердің интегралды шығындарға қарағанда артуы.

Өзін-өзі ақтау мерзімі дегеніміз – жобаның іске асудан бастаған минималды уақыт интервалы, оның шегінен ары интегралды эффект теріс болмай қалады. Яғни бұл мерзім ішінде бүкіл шығындар қорытынды нәтижелермен жабылады. Өзін-өзі ақтау мерзімі мейілінше аз болса, онда жоба да соғұрлым бағалы болады.

Жобаның эффективтілігі шығын мен қолға келген табыстың қатынасын көрсететін көрсеткіштермен анықталады [25].

6.2 Капиталды шығынды есептеу

Капиталды шығындардың мәнін есептеп табу үшін белгілі бір құжаттар жасалынады.

Сметная баға құрылғының құрамды бөліктері мен құрал-саймандарға, монтаждауға, программаға, транспорттық және басқа шығындарға кететін қаражаттың сомасымен анықталады. Капиталды шығындардың негізгі түрлері 6.1 кестеде көрсетілген.

Негізгі капиталды шығындар:

$$К = К_О + К_М + К_{ТР}, \qquad (6.1)$$

мұндағы $К_О$ – құрылғыға кететін шығын;

$К_М$ – монтажды жұмыстарға кеткен шығын;

$К_{ТР}$ – транспортты шығын (құрылғының бағасының ішіне кіргізілген).

6.1 кесте – ЖЖ-байланыс құрылғыға кететін шығын.

Құрылғы	Саны, дана	Бірлік үшін бағасы., тг.	Жалпы бағасы, тг.
Жоғары жиілікті арна	1	365000000	365000000
DELL серверлер негізіндегі коммутация орталығы POWEREDGE	1	25700000	25700000

Құрылғыға кететін қаражат:

$$К_0 = 365000000 + 25700000 = 390700000 \text{ (тг)}. \quad (6.2)$$

Транспортты шығындарғы кететін қаражат:

$$К_{ТР} = К_0 * 0{,}05 = 19535000 \text{ (тг)}. \quad (6.3)$$

Құрылғыны монтаждау, іске қосу құрылғы бағасының 3%-ын құрап, мына формула арқылы есептелінеді:

$$К_М = 0{,}03 * 390700000 = 11721000 \text{ (тг)} \quad (6.4)$$

Жалпы капиталды шығындар:

$$К = 39070000 + 11721000 + 19535000 = 70326000 \text{ тг}$$

6.2 кесте – Капиталды шығын

Атауы	Сомасы, тг
Құрылғыға кететін шығын	39070000
Монтажды жұмыстарға кететін шығын	11721000
Транспортты шығындар	19535000
Жалпы капиталды шығын	70326000

6.3 Эксплуатациялық шығынды есептеу

Байланыс желісін эксплуатацияға кететін шығын жалақыдан, әлеуметтік сақтандыруға кететін шығыннан, материал мен қосымша құралдарға кететін шығыннан, топливодан, электроэнергиядан, амортизациялық төлемдерден және қосымша шығындардан құралады.

Эксплуатациялық шығындардың сомасы издержкалардың сомасымен анықталады:

$$C_э = T + C_H + M + Э + A + П, \quad (6.5)$$

мұндағы Т – жобаның және байланыс құрылғыға қарайтын адамдардың жалақысы, тг.;
СН – әлеуметтік сақтандыру төлемдері (11 % жалақы қорынан, тг.);
М – материалдар мен құралдардың бағасы, тг.;
Э – электроэнергия бағасы, тг.;
А – амортизациялық төлемдер, тг.;
П – басқа шығындар.

6.3.1 Адамдардың жалақысын есептеу.Жалақының жылдық қоры мына формула арқылы табылады:

$$T = 12 \sum (Ч_i З_i \ (1 + K1)(1 + K2)), \qquad (6.6)$$

мұндағы $Ч_i$ – әрбір лауазым жұмысшыларының саны;
$З_i$ – әрбір лауазым жұмысшының айлық тарифтік оклады;
К1 – сыйақы және түнгі уақыт пен мереке күндері үшін қосымша төлем, К1=0,76;
К2 – қосымша жалақының негізгі жалақыдан үлесі, К2 = 0,5.

Коммутация орталығында байланыс құру үшін 4 инженер мен екі апаттық бригада инженері.

Сонымен, жалақының жылдық қоры:

$$T = 12 \cdot (6 \cdot 90000) \cdot (1 + 0{,}76) \cdot (1 + 0{,}5) = 17{,}107{,}200 \ (тг).$$

6.3 кесте – Жұмысшылардың жалақысы

Жұмысшы категориясының атауы	Штат құрамы, адам	Айлық жалақы, тг	Жалпы, тг	Жылдық жалақы , тг
Инженер-техникалық қызметкерлер	4	90 000	360 000	4 320 000
Қосымша қызметкерлер – апатты бригада инженерлері	2	90 000	180 000	2 160 000
Жалпы	6	180 000	540 000	6 480 000

Зейнеткерлік төлемдерге шығын:

$$C_{пв} = T \cdot 0{,}10, \qquad (6.7)$$

$$C_{пв} = 17107200 \cdot 0{,}10 = 1{,}710{,}720 \ \text{(тг)}.$$

Әлеуметтік сақтандыруға жұмсалатын шығын жалақы қорының 11%-ын құрайды.

$$C_н = T \cdot 0{,}11\,, \tag{6.8}$$

$$C_н = 17107200 \cdot 0{,}11 = 1{,}881{,}792 \ \text{(тг)}.$$

Материал мен қосымша құралдарға кететін шығын байланыс желісін орнатуға кететін қаражаттың 1%-ын құрайды.

$$M = 390700000 \cdot 0{,}01 = 3{,}907{,}000 \ \text{(тг)}. \tag{6.9}$$

6.3.2 Электроэнергияға кететін шығын. Электроэнергияға кететін шығын мына формула бойынша табылады:

$$Э = \frac{\sum P_н \cdot t_{ср} \cdot 365 \cdot Ц}{К_{пот} \cdot 1000}\,, \tag{6.10}$$

мұндағы $P_Н$ – құрылғының пайдаланылатын барлық қуат, кВт;
$t_{ср}$ – құрылғының орташа жұмыс істеу уақыты, сағ/тәул;
$К_{ПОТ}$ – жоғалу коэффициенті, 0,6. Ц – 1 кВт*сағат бағасы.

$$Э = \frac{5000 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 14}{0{,}6 \cdot 1000} = 1022000 \ \text{(тг)}.$$

6.3.3 Амортизациялық және басқа шығындарды есептеу. Амортизациялық төлемдер құрылғы бағасының 25%-ын құрайды.

$$A = 390700000 \cdot 0{,}25 = 97675000 \ \text{(тг)}. \tag{6.11}$$

Басқа шығындардың ішіне іссапар кететін шығын, күзет агенттіліктеріне шығындар кіреді. Олар жалақы қорының 25%-ын құрайды.

$$П = 17107200 \cdot 0{,}03 = 513216 \ \text{(тг)}. \tag{6.12}$$

Сонымен, амортизациялық төлемдер 97675000 тг. құраса, ал басқа шығындар 513216 тг құрайды. Барлық табылған шамаларды қолданып жобаланған байланыс жүйесінің эксплуатациялық шығындарын есептейік.

Эксплуатациялық шығындарды есептеу:

$$C_э = 17107200 + 1881792 + 3907000 + +1022000 + 97675 +$$

$+513216 = 122{,}106{,}208$ (тг).

Сонымен, жобаланған байланыс жүйесі шығындарының сомасы $122{,}106{,}208$ тг.

6.4 Экономикалық оңтайлығын есептеу

Тарифтік табыс – белгіленген тариф бойынша қызмет көрсетуінен алынған табыс.

Негізгі жұмыс табыс – белгіленген тариф бойынша байланыс қызметтері берілетін клиентурадан алынған табыс.

Тарифтік табысты есептеу байланыс қызметтерінің ауқымына немесе белгілі бір анықталынған тариф бойынша жүзеге асырылады. Тарифтік табыс 6.4 кестеде көрсетілген.

6.4 кесте – ЖЖ-байланысты қолдану үшін белгіленген тариф

Табыс түрі	Баға, тг.
ЖЖ байланыс үшін алынатын абоненттік төлем	4000

Негізгі жұмыс табысы мына формула бойынша табылады:

$$D_T = Q \cdot L \cdot 12 \text{ ай}, \tag{6.13}$$

мұндағы D_T – тарифтік табыс, тг;

Q – байланыс қызметінің сәйкес түрінің көлемі (арна саны) .;

L – белгіленген тариф.

Бұл желі 6000-ға дейін абоненттермен жұмыс істей алады.

$$D_T = 6000 \cdot 4000 \cdot 12 = 288{,}000{,}000 \text{ (тг)}.$$

Табыс өткізілген, сатылған, жеткізілген өнім үшін, көрсетілген қызмет үшін, сондай-ақ бағалы қағаздар шығарылымын тарату нәтижесінде шотқа келіп түскен ақшалай түсім мағынасында кеңінен қолданылады. Тындырылған қайсыбір істің нәтижесінде түскен нәрсені, келген пайданы да табыс деп атайды.

$$Пр = D_T - C_Э. \tag{6.14}$$

Қызмет сатудан алынған пайда:

$$Пр = 288000000 - 123816928 = 164183072 \text{ (тг)}.$$

2008 жылдың 10 - желтоқсандағы «Қазақстан Республикасының Кодексі. Бюджетке кіретін салықтар мен басқа міндетті төлемдер туралы» сәйкес пайдаға салынатын салық 20 %-ға тең, онда:

$$Н = 0{,}15 \cdot Пр. \quad (6.15)$$

Пайдаға салынатын салық:

$$Н = 0{,}2 \cdot 164183072 = 32836614 \text{ (тг)}.$$

Сонда таза пайда мына формула бойынша табылады:

$$Пч = Пр - Н. \quad (6.16)$$

Таза пайда:

$$Пч = 164183072 - 24627460{,}8 = 139555611{,}2 \text{ (тг)}.$$

6.5 Жобаның оңтайлығын есептеу

Таза дисконтирленген табысты есептеу мына формула бойынша жүзеге асады:

$$ЧДД = \sum_{t=0}(P_t - З_t) \cdot \lambda_t - K, \quad (6.17)$$

мұндағы P_t – есептеудің t-қадамындағы есептелінген нәтиже;

$З_t$– сол қадамдағы жасалынған шығын;

λ_t – дисконт коэффициенті;

$Т_{сс}$– пайдалану мерзімі (1-10 жыл).

ЕН – салыстырмалы экономикалық оңтайлықтың нормативті коэффициенті.

$$Ен = 1 / 10 = 0{,}1.$$

Таза дисконтирленген табыс (ЧДД):

$$Э = Пч - Ен \cdot Ск, \quad (6.18)$$

$$Э = 114928150 - 0{,}1 \cdot 390700000 = 75858150 \text{ (тг)}.$$

Табыс индексінің есептеуін мына формула бойынша жасаймыз:

$$Эк = Пч / Ен \cdot Ск, \quad (6.19)$$

$$Эк = 114928150 / (0{,}1 \cdot 390700000) = 2{,}94.$$

Өзін-өзі ақтау мерзімі:

$$Тр = К / Пч, \quad (6.20)$$

$$Тр = 390700000/114928150 = 3{,}4 \text{ (жыл)}.$$

Жобаның ішкі табыс нормасы:

Жобаның оңтайлық белгілерін есептеу 6.5 кестеде көрсетілген.

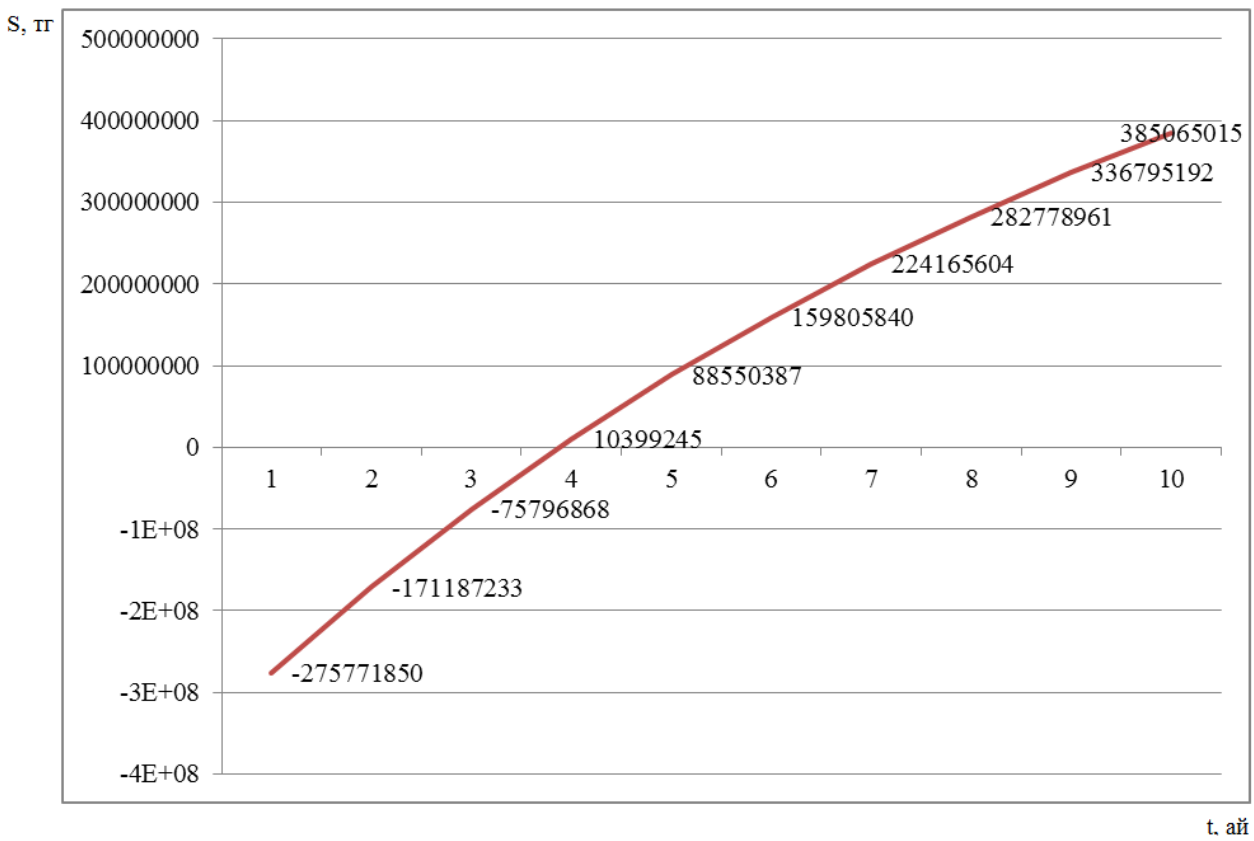
6.5 кесте – Жобаның оңтайлық белгілері.

Оңтайлық белгілері	Мәні
Есептелінген мерзім, жыл	10
Дисконт нормасы	0,1
Капиталды шығынның жалпы сомасы, тенге	390700000
Жобаның табыс индексі	2,94
Жобаның таза дисконтталған табысы, тенге	75858150
Жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі, жыл	3-4
Табыстың ішкі нормасы	0,3

Жобаның өзін-өзі ақтау көрсеткіштерін есептеу мәндері 6.6 кестеде көрсетілген.

6.6 кесте – Инвестициялық жобаның оңтайлық көрсеткіштерін есептеу мәндері

Жыл	Капиталды қаражат, тенге	Пайда, тенге	Дисконттау коэффициенті	Көрсетілген экономиялық эффект, тенге
1	-70326000	114928150	1	114928150
2	-	114928150	0,91	104584617
3	-	114928150	0,83	95390365
4	-	114928150	0,75	86196113
5	-	114928150	0,68	78151142
6	-	114928150	0,62	71255453
7	-	114928150	0,56	64359764
8	-	114928150	0,51	58613357
9	-	114928150	0,47	54016231



6.1 сурет – Жобаның өзін-өзі ақтау графигі

Есептеулер көрсеткендей жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі 3-4 жылды құрайды, соның графигі 6.1 суретте көрсетілген.

Қорытынды

Жобада Есік – Шелек елді мекен арасындағы жоғары жиілікті торап толығымен қарастырылған. Жалпы, ЖЖ – байланыстың тиімділігі, оңтайлығы зерттеліп, нақты дәлелдер айтылып кеткен. «Алату Жарық Компаниясы» желілерінің сапасы ЖЖ байланыс орнатуға толық мүмкіндік береді. ЖЖ құрылғыларының бірнеше түрі келтіріліп, энергокомпания үшін таңдау мейілінше кеңейтілген.

Қабылданған принципиалды сұлба сенімді байланыс орнатуға арналған. Желі құрылымы зерттеліп, оның құрамындағы ЖЖ бөгегіш, қосылу сүзгісі және т.б. өшулері есептелінген. Алайда, қазіргі кезде бұл байланыс түрін жаппай бүкіл компания желілерінің ішінде орнату мүмкін емес. Сол үшін, сынақ ретінде Есік – Шелек мекендері таңдалған.

Сонымен қоса, бұл байланыс саласы бір орында отырмағандықтан, болашақта жаңа технологиялар пайда болған сон, бұл жобаны оңтайландыру қарастырылу міндетті түрде қажет.

Әдебиеттер тізімі

1 Костенко М.В., Перельман А.С, Шкарин Ю.П. Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях высокого напряжения. - М.: Энергия, 1973.

2 Publication 353 „Line Traps", international electrotechnical commission, 1971.

3 Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Шестое издание, переработанное и дополненное. Глава 2.5, Раздел 2.5.31, Москва, Энергоатомиздат, 1985 г..

4 Орлов В.Н., Сидельников В.В. Метод расчета ВЧ параметров воздушных линий электропередачи. - Электросвязь, 1962, № 7.

5 Костенко М.В., Сидельников В.В., Орлов В.Н. Параметры воздушных и кабельных линий электропередачи. В кн.: Сборник работ по вопросам электромеханики. Вып.5,- М.-Л.: Издательство Академии наук СССР, 1961.

6 Шкарин Ю.П. Приближенное определение ВЧ параметров схем присоединения провод-земля к трехпроводным ВЛ и некоторые рекомендации по выбору оптимальных схем присоединения. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып.10. - М.: Энергия, I970.

7 Шкарин Ю.П. Нестабильность затуханий ВЧ трактов линий электропередачи. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып.10. - М.: Энергия, 1970.

8 Микуцкий Г.В., Шкарин Ю.П. Линейные тракты каналов ВЧ связи по линиям электропередачи. - М.: Энергоатомиздат, 1986.

9 Журавская Г.Я. ВЧ параметры трансформаторов МТЗ. В кн.: Наладочные и экспериментальные работы ОРГРЭС. Вып.22. - М.: Энергия, I960.

10 Журавская Г.Я. ВЧ параметры высоковольтного измерительного, коммутационного и защитного оборудования подстанций 35, 110 и 220 кВ. В кн.: Наладочные и экспериментальные работы ОРГРЭС. Вып.24. - М.: Энергия, I960.

11 Шкарин Ю.П. К расчету входного сопротивления подстанция 35-500 кВ. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах. Вып.2. - М.: Энергия, 1963.

12 Незаметдинова Н.М., Шкарин Ю.П. Измерения параметров подстанций 500 кВ. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах.Вып.7. - М.: Энергия, 1965.

13 Вобликова Н.В., Шкарин Ю.П. Методы расчета дополнительного затухания ВЧ трактов по воздушным линиям при коротких замыканиях. В кн.: Каналы связи в энергосистемах. - II.: Энергоиэдат, 1981.

14 Ишкин В.Я., Цитвер И.И. Высокочастотная связь по линиям электропередачи 330-750 кВ. - М.: Энергоиздат, 1981.

15 Алибегова Ж.Д. Структура полей жидких осадков за короткие

интервалы времени. - Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

16 Шкарин Ю.П. Определение зоны повышенного затухания тракта с обходом и некоторые рекомендации по уменьшению затухания. В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах". Вып.13. - М.: "Энергия", 1973.

17 Transmission line reference book. 345 kV and above. Second edition, EPRI, 1982.

18 Guide on power line carrier. CIGRE, sc 35, 1978.

19 https://market.elec.ru

20 https://electricalschool.info

21 https://www.electro-svyaz.ru

22 https://www.fsk-ees.ru

23 https://www. kmk-prof.kz

24 Базылов К.Б. Алибаева С.А. Методические указания по выполнению экономического раздела дипломной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 050719. – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АУЭС, 2010. – 94 с.

25 КЕАҚ СТ 56023-1910-04-204 Оқу жұмыстары. Оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын талаптар. – Алматы: АУЭС, 2014. – 43 с.

А қосымшасы

Mathcad бағдарламасында есептеу жүргізу

$$p := -47 + 6 + 6 + 4 = -31$$

$$\alpha := 33 + 31 = 64$$

$$\beta := 2.5 + 3 + 1.5 + 0.5 = 7.5$$

$$a := 22 + 22 = 44$$

$$A := 64 - 7.5 - 44 = 12.5$$

$$q := \frac{12.5}{58.4} = 0.214$$

$$w := \frac{14.5}{58.4} = 0.248$$

$$r := 0.13 \cdot 58.5 + 2.5 = 10.105$$

$$k := 20 \cdot \log\left[1 + \frac{450 \cdot 450}{1300 \cdot (450 + 450)}\right] =$$

$$f := 3.1 \cdot 0.25 = 0.775$$

$$y := \left(5.2 \cdot 1 \cdot \sqrt{600} + 0.23 \cdot 1 \cdot 600\right) \cdot 10^{-3} = 0.265$$

$$y1 := 0.265 \cdot 58.5 + 2.5 = 18.003$$

$$n := 20 \cdot \log\left[1 + \frac{685 \cdot 450}{650 \cdot (685 + 450)}\right] = 3.032$$

$$n1 := 1 + 20 \cdot \log\left(1 + \frac{685 + 450}{2 \cdot \sqrt{685 \cdot 450}}\right) = 7.116$$

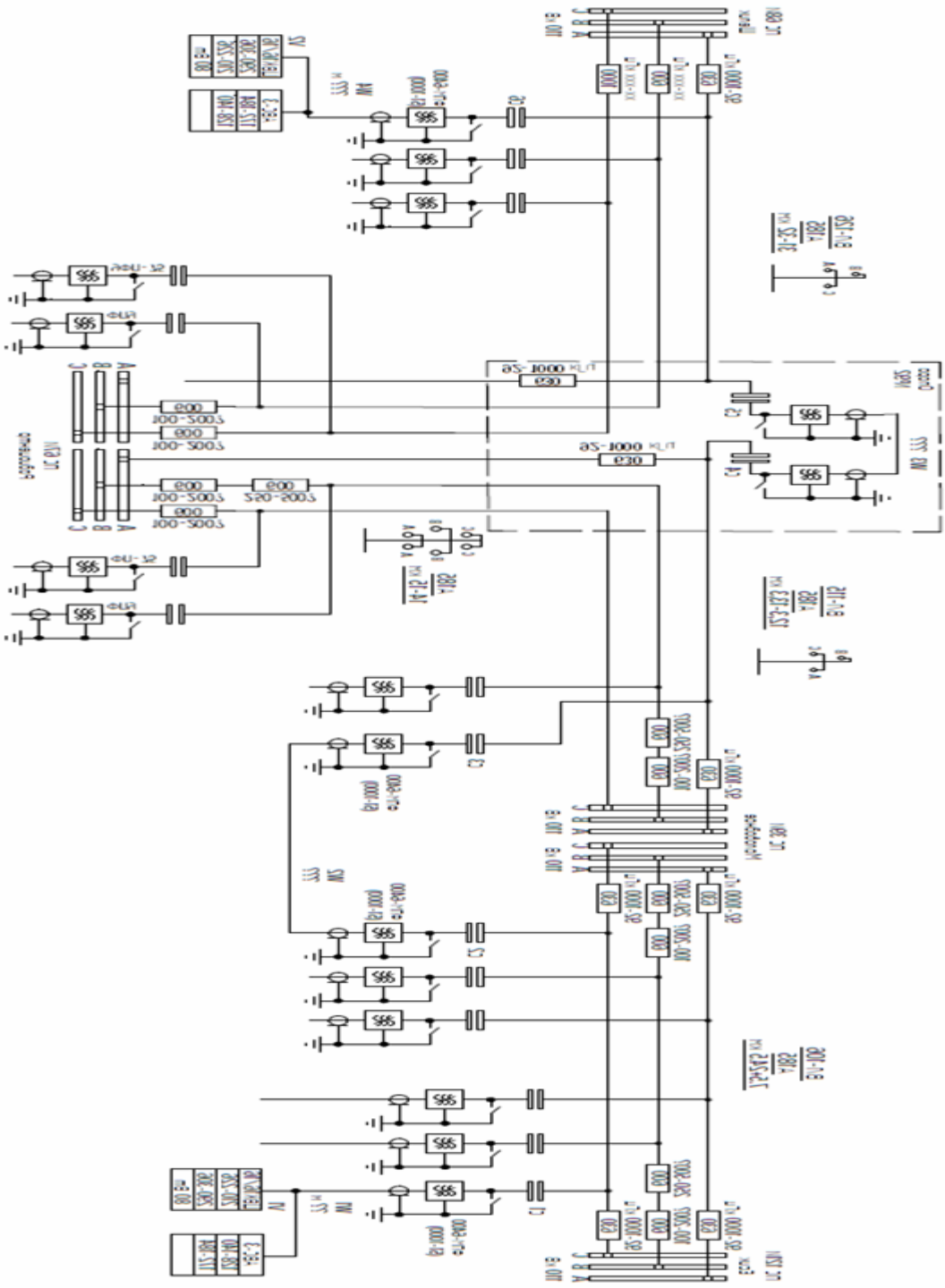
$$k := 0.13 \cdot \sqrt{600} \cdot 0.25 = 0.796$$

$$\alpha 1 := 10.1 + 2.76 + 2.6 + 1.55 = 17.01$$

А1 сурет – Mathcad бағдарламасында есептеу жүргізу

Б қосымша

Есік – Шелек ЖЖ торабының сұлбасы



Б1 сурет - Есік – Шелек ЖЖ торабының сұлбасы