ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к Шагиахметов Д.Р
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Аягоз-Мамыр арелытында ТОБЖ жобалау

_____ **мамандығы бойынша**

Орындаған Жаукенов Куаныш МТСк-10-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші ИҚГайып Үзілеу аға оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
ЭҒК профессор Б. Бозжанов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» 05 2014 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
аға оқытушы Торгаев Д.Д.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «15» 05 2014 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
аға оқытушы Семенова А.О.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 2014 ж.
(қолы)

Негізгі бөлім ИҚГайып Үзілеу аға оқытушы
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 2014 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
1кті каф. аға оқытушысы Темирхалова Ж.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «06» 06 2014 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :

_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жаукенов Қуаныш Батырбекұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Аяғоз-Мойынқұм аралығында ТОБЖ жобалау

ректордың «24» 09. 13 № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2014 ж.

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

$n = 60$ – арналар саны
$N_{пер} = 0$ – қуат нарсетілмейтін пункттер саны
$n_1 = 1,4681$ – өзектің сыну көрсеткіші
$n_2 = 1,4623$ – қабықшаның сыну көрсеткіші
$c = 3 \cdot 10^8$ м/с – вакуумдегі жарық жылдамдығы

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

1. Арналар санын есептеу
2. Жобаланатын желінің регенерацияның ауқатының ұзындығын есептеу
3. Оптиканың кабіл параметрлерін есептеу
4. Таңдалған сызбаның таралуының сызбалық сараптамасы

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Аягөз-Мамырсу трассасының сұлбасы
2. Коммутациялау өрісінің функционалды сұлбасы
3. SDH мультиплексациялау құрылғысы
4. SSU функционалды сұлбасы
5. Жобаланатын аумақтағы оптикалық жолдық тракт құрылымы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH – М: Энергоиздат. 1997г.
2. Бутусов М.М. Волоконно-оптические системы передачи – М: Радио и связь 1992г.
3. Шмалько А.В. Цифровые сети связи – М. Энергоиздат 2001г.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Блазнова В	29.4-22.05.14	
	Торгаева Д.Д	04.05-15.05	
Негізгі бөлім	Жұмайыт У.	14.4.14-30.05.14	
Еңбек тех. қауі.	Сейсенова Р.О.	5.05-30.05.14	

диплом жобасын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Кіріспе бөлім	7.12-10.01.14	35%
2	Жол синхронизациясы	11.01.14-20.01.14	10%
3	Жобаланған ТОБН техникалық есептеуі	20.02.14-25.03.14	35%
4	Бизнес жоспар	15.04.14-05.05.14	10%
5	Өміртіршілік қауіпсіздігі	08.05.14-20.05.14	10%

Тапсырманың берілген уақыты «10» қазан 2013 ж.

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

Жоба жетекшісі _____ Шұғайып Ғазиза аға оқытушы
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Жаркенов Қуаныш
(қолы) (аты -жөні)

АҢДАТПА

Осы аталған дипломдық жобада Аягөз – Мамырсу аралығында талшықты – оптикалық байланыс жолдарын (ТОБЖ) құру принциптері қарастырылған.

Жобаланатын желінің негізгі тарату жүйесі ретінде SDH құрылғысы алынған. Жоба жұмысының мақсаты SDH жүйесін магистральды желілерде қолданудың экономикалық тиімділігін зерттеу болып табылады.

Жобада талшықты – оптикалық кәбілдің, цифрлы иерархия технологиясының қысқаша сипаттамасы, сондай-ақ осы бағыттағы жүктеменің есептеулері бойынша жабдықты таңдау. Жобада техникалық және экономикалық есептеулер жүргізілген. Экология және қоршаған ортаны қорғау мәселелері қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассматриваются принципы построения волоконно–оптической линии связи на участке Аягоз – Мамырсу.

В качестве базовой системы передачи проектируемой сети предполагается аппаратура SDH. Цель работы заключается в обосновании целесообразности и экономической выгодности использования системы SDH на магистральных сетях.

Приводятся характеристики волоконно–оптического кабеля, краткое описание технологии цифровой иерархии, а также производится выбор и обоснование типа оборудования по расчетам нагрузки в данном направлении. Производится техника-экономический расчет. В проекте рассматриваются вопросы экологии и окружающей среды.

ABSTRACT

In this diploma project principles of construction of fiber-optic line are examined on an area Ayaguz - Mamyrsu.

As a basic system of transmission of the designed network the apparatus of SDH is assumed. The aim of work consists in the ground of expediency and economic advantage of the use of the system SDH on a highway and into zone networks.

Descriptions over of fiber cable, short description of technology of synchronous digital hierarchy, are brought, and also a choice and ground of type of equipment are produced on the calculations of loading in this direction. A technique - economic calculation is produced. The questions of ecology and environment are examined in a project.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 7
1.ТОБЖ ЖОБАЛАУҒА ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙ 8
1.1 Аймақтың дамуының қысқаша сипаттамасы 8
1.2 Трассаны таңдау 9
1.3 Кәбіл түрін таңдау 10
1.4 Тарату жүйесін таңдау 12
1.5 Кәбіл трассасын ескеріп желі топологиясын таңдау 23
1.6 Байланыс ұйымдастырудың сұлбасын таңдау 25
1.7 Жобаланып жатқан желінің регенерациялау бөлігі 26
2. ЖОБАЛАНАТЫН ТОБЖ ТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕЛУІ 27
2.1 Арналар санын есептеу 27
2.2 Жобаланатын желінің регенерациялық аумағының ұзындығын есептеу 29
2.3 Оптикалық кәбіл параметрлерін есептеу 32
2.4 Талшықтағы сәулеленудің таралуының сәулелік сараптамасы 35
2.5 Беріліс сипаттамаларын есептеу 36
2.6 Қабылдағыш оптоэлектрондық модульдың сезгіштігін есептеу 38
2.7 Соңғы жабдықтың дискретизация шуын есептеу 39
2.8 Соңғы жабдықтың бос арналарының шуын есептеу 41
2.9 Сенімділікті есептеу 43
2.10 Электр қуатын есептеу 48
3. БИЗНЕС ЖОСПАР 57
3.1 Түйін 57
3.2 Компания және сала 57
3.3 Өтім нарығын талдау және қызметтер нарығын зерттеу 57
3.4 Маркетингті стратегия 58
3.5 Өндірістік жоспар 58
3.6 Жұмыскерлер штатының есебі 60
3.7 Байланыс құралдарын эксплуатациялауға кететін шығындар 61
3.8 Жобаның кірістік және тиімділік есептеулері 64
4. ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ 66
4.1 Еңбек шарттарын сараптау 66
4.2 Есептеу бөлімі 74
ҚОРЫТЫНДЫ 80
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 81
ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ 82
А ҚОСЫМШАСЫ 83
Ә ҚОСЫМШАСЫ 84

КІРІСПЕ

Телекоммуникация және мәліметтерді тарату әлемі жиіліктер қорына қарқынды сұраныстың өсіп келе жатқанымен соқтығысады. Бұл қарқын негізінде Internet желісін пайдаланушыларының көбеюімен, халықаралық байланыс операторларының өзара әрекеттесуімен және берілетін мәліметтер көлемінің көбеюімен байланысты. Осы себептен байланыс операторлары өздерінің мәліметтер жүйесін құрған кезде талшықты-оптикалық кәбілдерін өте жиі қолданады. Бұл ұзақ қашықтықтарға созылған магистралді желілерді және локалды желілерін құрғанына да байланысты. Оптикалық талшық (ОТ) қазіргі уақытта ең жетілдірілген мәліметтерді тарату ортасы болып келеді, сонымен қатар ұзақ қашықтықтарға көп көлемдегі мәліметтерді тарату үшін де болашағы зор тарату ортасы болып табылады. Оптикалық жүйелер мен кәбілдер тек қалалық және қалааралық телефон байланысында ғана емес, сонымен қатар телевиденияда, бейнетелефонияда, радиохабарда, есептегіш техникада және т.б қолданыла бастады.

Талшықты-оптикалық байланыс желісін кең масштабта қолдану 40 жыл бұрын басталған болатын. Талшықты жасау технологиясының алға басуы, талшықты-оптикалық байланыс желісін үлкен қашықтықтарға дейін салуға мүмкіндік берді. Аймақаралық масштабта синхронды сандық иерархияның талшықты-оптикалық желі құрылысын бөліп айтуымыз қажет. Біздің өмірімізге екпінді түрде локалды және аймақтық талшықты-оптикалық жүйелер интерфейстері Ethernet, FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM кіруде.

Қазіргі таңда дүние жүзі бойынша байланыс қызметімен қамтушылар жылына ондаған мың километр талшықты-оптикалық кәбілдерді жер асты, мұхиттар мен өзендердің түбі, электр сымдары мен туннельдер және коллекторлар арқылы тартады. Көптеген компаниялар, сонымен қатар IBM, Lucent Technologies, Nortel, Corning, Alcoa Fujikura, Siemens, Pirelli сияқты алып компаниялар да талшықты-оптикалық технологиялар облысында қарқынды түрде зерттеулер жүргізуде. Қазіргі таңда озық технологиялар қатарына спектралды тығыздау технологиясын (CWDM) жатқызуға болады. Бұл технология қазіргі талшықты-оптикалық магистраль желісіндегі кәбілдердің өткізу қабілетін анағұрлым көбейді.

1 ТОБЖ ЖОБАЛАУҒА ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙ

1.1 Аймақтың дамуының қысқаша сипаттамасы

Облыс Қазақстанның оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан,жалпы ауданы 160 мың шаршы километр. Аягөз ауданының халық саны – 50000 адам. Қазақстанның шығысында, Аягөз өзенінің қос жағасында орналасқан. Стратегиялақ маңызы бар қала, қалада бірнеше әскери гарнизондар мен ПВО ракеталық әскери кешен орналасқан. Қалада 10 шақты әскери қалашықтар жұмыс істейді соның бірі «Южный». Тоғыз жолдың торабы. Республикалық маңызды автожолдар мен Түркістан-Сібір магистралі өтеді: Алматы-Өскемен, Қарағанды-Аягөз-Боғаз. Қала үстінде бірнеше халықаралық әуе жолдарының қиылысы орналасқан. Аягөз ауданының экономикасында алдыңғы орынды теміржол мекемелері, энергетика, жылу, қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі, ауыл шаруашылығы, сауда және коммуналдық шаруашылық иеленеді. Аудан аумағында 18 тарихи ескерткіш бар. Мұнда локомотив және вагон жөндеу деполары, байланыс, белгі беру және жол дистанциялары, азаматтық құрылыс және сумен қамтамасыз ету кәсіпорындары орналасқан. Халықтың тіршілігін қамтамасыз етуде ең басты рөл атқарып отырған коммуналдық шаруашылық, жылу, энергия және су-канализация мекемелері бар. Аягөз қаласын солтүстікке қарай Ресей, Семей және Өскемен қалаларымен, шығысқа Зайсан бағытына, батысқа Баршатас арқылы Қарағанды қаласына байланыстыратын автомобиль жолдары бар. Ал оңтүстікке қарай Талдықорған және Алматы қалалары, Қытай Халық Республикасына қатынасуға болады. Аягөз ауданының солтүстігі сай-жыралы, өзенді, көлді, оңтүстігі Балқаш-Алакөл ойысымен астасқан жазық болып келеді.

Тұрғындарының орташа тығыздығы 1 км^2 жерге 2 адамнан келеді. Автокөлік жөндеу зауыты, 2 вагон, 2 локомотив депосы, тұрмыс қажетін өтеу комбинаттары, жүн өңдеу фабрикасы, “Аягөз-нан”, “Аягөз-көлік”, “Аягөз-астық” акционерлік қоғамдары, баспахана, қалалық жылу орталығы т.б. жұмыс істейді. Қалада ірі өнеркәсіппен "Alina Holding" мәрмәр зауыты, асфальт зауытым "MS - CDM - SERVIST" және кәсіпорындар мал шаруашылығының шикізатының өңдеуіне шұғылданады.

Аягөз қаласы ірі байланыс торабымен, халықтың қолдануына және шифрланған ондаған байланыс желісі бар. Қалада байланыстың барлық операторлары жұмыс істейді.

1.1.1 ТОБЖ жобалауда қойылған мақсаттар

Осы жобаның мақсаты Аягөз-Мамырсу аумағында ТОБЖ жобалау болып табылады.

ТОБЖ қуатты сандық шығармалары мен Қазақстан Республикасының бірінші магистраль торабы каналдарын ұйымдастыруға арналған. Регенерация бекеттері ел орналасқан жерлерде орналасуы қажет. Тарату қондырғыларының сәулелену көздері кем дегенде 10^5 сағат жұмыс істеу қажет. Бақылау және басқару жүйесі келесі функцияларды атқару керек: шеткі бекеттердегі қондырғыларды, қызмет көрсетілмейтін регенерациялау бекеттерді бақылау, желіні резервке автоматты түрде ауыстыру.

Осы мақсатқа жету үшін дипломдық жобада мына тапсырмалар орындалу қажет.

1. Сандық синхронды иерархия технологиясын пайдаланып Аягөз-Мамырсу аумағындағы байланыс желісінің сұлбасын жасау;
2. ТОБЖ трассасының жобасын құру;
3. Қондырғыларды таңдау;
4. Оптикалық кәбілдің типі мен маркасын таңдау;
5. Талшықты оптикалық кәбілдің параметрлерін есептеу, регенерациялау участігін есептеу және ТОБЖ сенімділігін қарастыру;
6. Өміртіршілік қауіпсіздігі сұрақтарын негіздеу;
7. Жобаның бизнес-жоспарын құру.

1.2 Трассаны таңдау

ТОБЖ-сін 1.1 суретте көрсетілген Аягөз-Мамырсу аумағында жүргіземіз.

— - Жобаланатын ТОБЖ
— - Автомобиль жолы

1.1 Сурет – Аягөз-Мамырсу трассасының сұлбасы

Жобаланып жатқан магистраль Аягөз ауданының телекоммуникациясының сандық торабының бөлігі болады. Магистраль

ұзындығы 133 км. Аягөз мен Мамырсу арасында автомобильдік трасса бар. Райондық орталықтары бар ауылдық жерлерден өтетін ТОБЖ-сін автомобиль жолының бойымен жүргізілуі керек. Себебі, кәбілдік магистралға арнайы автокөлікпен бара алатын қолайлы жол болуы қажет. Желі автокөлік жолының солтүстік-шығыс жағынан 15-30 метр қашықтықта жүргізіліледі. Желі жүргізудің ұсынылатын шарттары: жерге алдын-ала жүргізілген пластмасса құбыр ішіне кәбіл жүргізуші механизм көмегімен орналастыру.

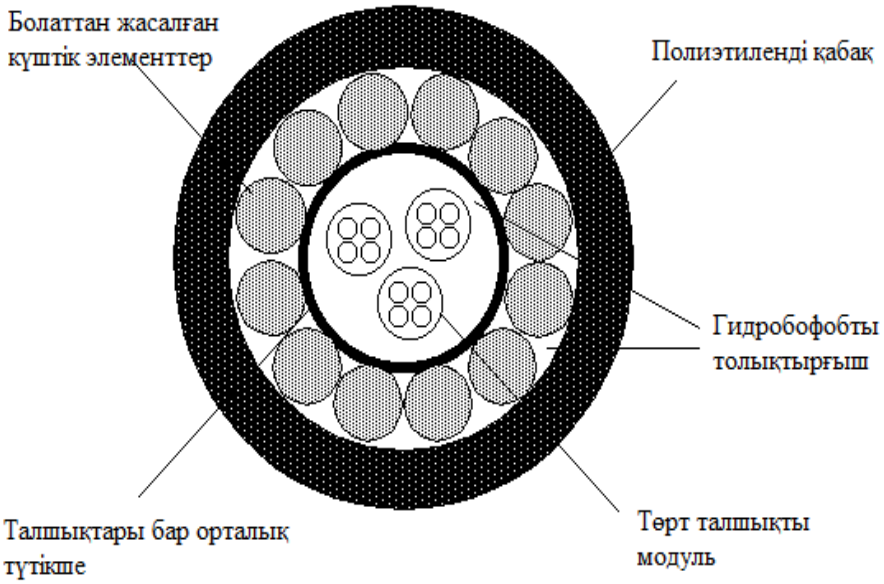
ТОБЖ құрылысында ауыл шаруашылыққа пайдаланатын жерлерде, демалыс аумақтарында, көп әрекет ету жерлерінде және апатты қайта қалпына келтіру жұмыстары жүргізілуі қиын болатын басқа да территорияларда муфталарды орналастыру қажет етілмейді .

Бұл аумақтағы ауылдық жерлер қызмет көрсетілетін регенерциялау бекеттері мен қызмет көрсетілетін регенерциялау бекеттерін орналастыруға мүмкіндік береді, ал бұл өз кезегінде шығындардың аз болуына септігін тигізеді.

1.3 Кәбіл түрін таңдау

Аягөз – Мамырсу аумағында байланысты қамтамасыз ету үшін λ= 1550 нм ұзындықтағы толқында жұмыс істейтін, ақпаратты жеткізу жылдамдығы 2,5 Г бит/с A-DF (ZN) 2Y3X4E9/125 тегіс дисперсиялы бір модты талшықтары бар SIECOR фирмасының 12 талшықты кәбілін таңдаймыз. Кәбіл қимасы 1.2 суретте көрсетілген.

1.1 кестесінде A-DF (ZN)2Y3X4E9 /125 типті «Siecor» фирмасының сыртта жүргізетін таңдап алынған кабельдің маркировкасының құрылымы келтірілген.



1.2 Сурет – A-F(ZN) 2Y3X4E9/125 типті кәбілі

1.1 К е с т е – Таңдалып алынған кәбілдің маркировкасы

Маркировка	Маркировка белгіленуі
A	Сыртта жүргізу кәбілі
D	Бос трубкада орналасқан толықтырғаны және талшық бумасы модуль.
F	Кәбіл өзекшесінде орналасқан бұралған элементтер арасындағы бос жерді толтыратын арнайы құйылмалы масса
(ZN) 2Y	Метелл емес күштік элементтері бар полиэтиленді қабық
3	Модульдер саны
4	Модульдегі талшықтар саны
E	Бір модтық талшық
9	Мод бетінің диаметрі
125	Сыртының диаметрі

Қабығымен орналастырғанда сыну коэффициенті әлдеқайда жоғары талшықты-оптикалық кәбілдің өзекшесі GeO_2 тұрады. Негізгі жабуы UV айрелат. Ол әр түрлі модульдердің екі қабатында қолданылады. Ішкі қабаты сыртқы қабатына қарағанда бірқатар жұмсақ болады. Ол әйнекті талшықты микромайысулар мен образивті тозуларда шығындардан қорғайды. Негізгі жабудың өлшем бірліктері 250 мкм 15 мкм құрайды. Негізгі жабыну оны алып тастауға арналған механикалық құралдардың көмегімен оңай алынып тасталады. Оны алып тастау үшін ешқандай химиялық құрамдар қажет етілмейді.

Буферлі құбыр әдісі температуралар ауысуынан кәбілдің жиырылуы немесе кеңею кезінде қолданылады. Бұл құрылым көлденең жиырылуға қарсы қорғаныс ретінде де жақсы жұмыс істейді.

Бұралу бағытын кезектестіре отырып орау үшін SZ қолданылады. SZ ораған кезде оның бағыты нақты орамнан кейін ауысады, сондықтан бұралып жатқан элементтер кәбілі осі бойында алдымен S түріне ұқсайды., ал бағытын өзгерткеннен кейін Z түріне ұқсап тұрады. Бағытын ауыстыру нүктесінде олар кәбіл осіне параллель болып жатады. SZ бұрау кезінде оралып жатқан элементтердің серпімділігі әсерінен оларды дұрыс бұралу қалпын сақтап қалу үшін қастарына стераль бойынша ұстап тұратын жабысқақ лента жүргізу керек.

Талшық буферлі құбыр деп аталатын оптикалық модульде орналастырылады. Буфер ішінде бір немесе одан да көп талшықтарды орналастыруға болады, талшықтар құбыр ішінде статистикалық орталығында еркін жатады. Буфердің оралуына қарай оның аса созылуы шамамен 0,3-0,5 % құрайды. Бұл дегеніміз, егер кәбілге ал осыдан өзекшеге де созылу күші түссе кең диапазондағы салыстырмалы ұзарту талшық жүк ұзарту талшық жүктемесіне әсер етпейді, сөнудің өсуі байқалмайды. Буферлік құбыр әдісі

температуралардың ауысуы әсерінен болатын кәбілдің жиырылуы немесе кеңеюі болған жағдайда қолданылады.

A-DF (ZN)2Y3X4E9 /125 типті кәбілінің техникалық және оптикалық сипаттамалары 1.2 кестесінде келтірілген.

1.2 К е с т е – Кәбілдің сипаттамасы

Атауы	Сипаттамасы
Талшық саны	2-30
Талшық диаметрі, мм	10
Кәбілдің салмағы, кг/км	125
Көп бұралатын жердің минималды радиусы монтаждау кезінде орналасқаннан кейін	300 200
Максималды созу күші: Ұзақ уақытқа, кН Қысқа уақытқа кН	 1,3 2,7
Езіліп кетуге қарсы беріктігі	2
Соққыға беріктігі	30
Пайдалану температурасы	-30 +70
Жүргізу температурасы	-5 +50
Сандық апература	0,13
Талшықты кәбілдің толқынының критикалық ұзындығы	≤1250
1550 нм кезінде өзекшенің иілу көрсеткіші	1,4681
1550 НМ кезінде сыну дБ / км	0,22
1550 НМ кезіндегі дисперция, пс/нм·км	≤18
1550 НМ кезіндегі хроматикалық дисперсия, пс/нм·км	7...11,5

1.4 Тарату жүйесін таңдау

1.4.1 Таңдалынған тарату жүйесінің сипаттамасы және техникалық мәліметтері.

Байланыс желісін салу үшін STM-1 синхронды сандық иерархиядағы аппаратура таңдау шешімі қабылданды. STM-1 мультиплексоры толқын ұзындығы 1550 мкм бір модты оптикалық кәбіл бойымен жұмыс істейтін беріліс жылдамдығы 155 Мбит/с сандық ағынды қамтамасыз етеді. «SIEMENS» фирмасының SMA-1 синхронды мультиплексорының негізгі техникалық сипаттамалары 1.3 кестеде көрсетілген.

1.3 Кесте – SMA-1 синхронды мультиплексорының негізгі техникалық сипаттамалары

Көрсеткіш аталуы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіш
Номинал жылдамдығы	Мбит/с	155,520
Электр кернеуі	В	40,5-75
Тұтынатын қуаты	Вт	70-160
Кіретін ағындардың жылдамдығы Негізгі нұсқа 75 ОМ, 120 ОМ толқындық кедергілері	Мбит/с	2,048
Импульстің номинал амплитудасы симметриялы қосқыштар коаксиальді қосқыштар	В В	3±10 % 2,37±10%
Жеңілдеуі	дБ	1024 Гц болғанда 6
Бір модульдегі интерфейс саны	саны	21
Ағындардың жалпы саны	саны	63
Желілік код	-	HDB 3
Импульстің номинал ұзақтығы	Нс	244
Синхронизациялау жиілігі	кГц	2048
Синхронизациялау жиілігін нақты орнату		$1 \cdot 10^{-10}$
Толқын ұзындығының диапазоны	Мкм	1285-1550
Толқын ұзындығының энергетикалық потенциялы	дБ	36
Оптикалық кәбілдің талшығының типі	-	Бірмодалы
Резервті модулын ауыстырып қосу	С	10
Резервті желіге ауыстырып қосу	Мс	25

SMA-1 желілік және станциялық құрылғы функцияларын жүзеге асырады. Аягөз қаласы мен Мамырсу ауылы біреуден тұратын барлығы екі SMA-1 қолданылады.

SMA-1 мультиплексор құрамына келесі модульдер кіреді:

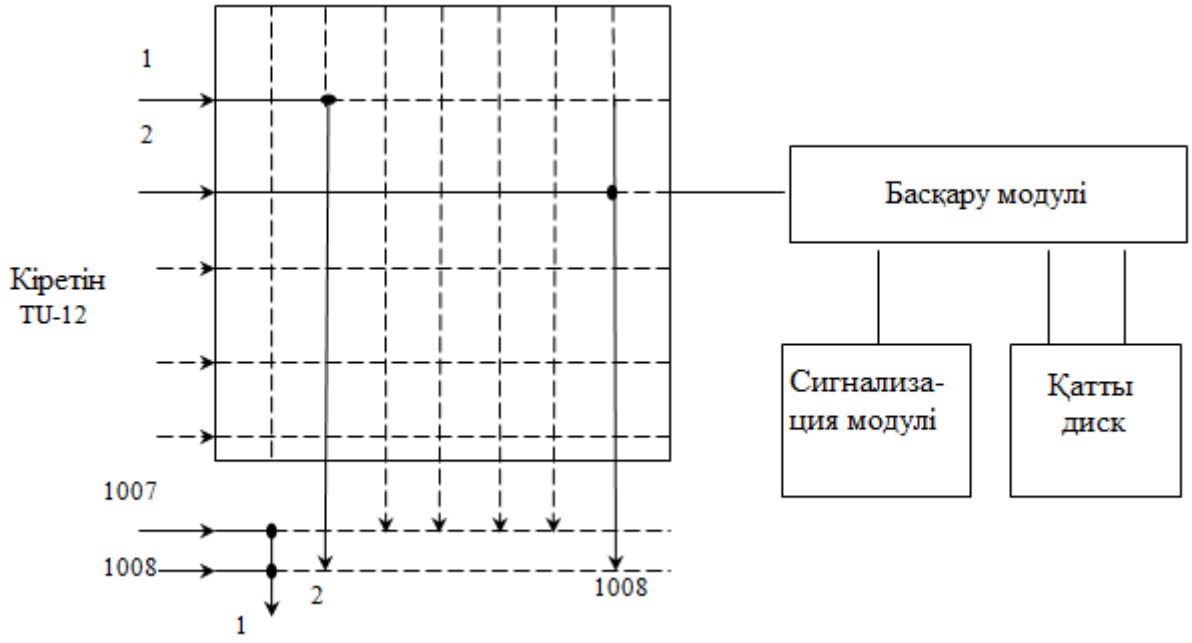
- EI2W (жұмыс істейтін) – 2 Мбит/с ағындарды қосу айыру модулі. Бір модульде 2 Мбит/с ағындағы 21 дейін айыруға болады, 1+1 режимінде резеврілеу мүмкіндігі бар. Бұл модуль қалыпты жұмыс істеу үшін арналған.

- EI2P (резервтегі) – (плата қорғасын) резервке ауыстырып қосу үшін арналған модуль.

- OI155 – оптикалық желілік тракт модулі. 0I155 модулінде екі бағыттағы синхронды интерфейс бар. Ақпарат ағындарының құрылымы мен

олардың сипаттамалық параметрлері 155 Мбит/с берілу жылдамдығы бар. STM – 1 желілік ағындары үшін ITU- TG 957 ұсыныстарына сәйкес келеді. OI 155 модулі AU - 4 деңгейіндегі IU – 3, TU-4 және TU-12 ағындарын SDH мультиплексорлау және демпультиплексорлау функцияларын орындайды. SDH ағындары жоғары деңгейде жабық формада немесе төменгі деңгейлерде бытырап беріле алады. Ағымдағы бақылау және басқарудың қажетті функциялары барлық деңгейлерде іске асырылады. STM-1 ағынының басын өңдеу және резервке (тракт қорғанысы) ауыстырып қосу коммутациялау өрісімен бірге орындалады.

- SN – коммутациялау өрісінің модулі. 1.3-суретте коммутациялау өрісінің функционалды сұлбасы көрсетілген.



1.3 Сурет – Коммутациялау өрісінің функционалды сұлбасы

Коммутациялау өрісінің өзегі болып VC-12 эквивалентінің 1008 сыйымдылықты уақытша коммутаторының блокталмайтын толықтан жетімді матрица болып табылады. Матрица барлық ауыстырып қосуларды ішінде орналасқан микроконтроллер басқаруымен іске асырады. Мультиплексорға ену алдында ITU-ING G.709 ұсыныстарына негізделіп әрқайсысы өз деңгейіне сәйкес виртуалды контейнерге түрленеді. Коммутатор келесі деңгейлердегі сигналдардың қосылуын қамтамасыз етеді: TU -12 (2Мбит/с), TU-2 (6,3 Мбит/с) TU-3 (34 Мбит/с) және AU-4 (140 Мбит/с). Сонымен бірге келесі түрлердегі қосылыстарды қамтамасыз ету мүмкіндігі бар:

1. Бір бағыттағы;
2. Екі бағыттағы;
3. Шлейф;
4. Бөлімшелерге кіру;

5. Хабарлау.

- OHA – SDH басына STM – 1 ағындары кіру модулі.OHA модулі келесі интерфейстерді қолдайды:

1. ITU-I G 703 негізіндегі 64 кбит/с ақпарат интерфейстер;
2. Дауысты сигналдар интерфейстері (екі сымды, төрт сымды);
3. Қызметтік каналдармен тікелей қосуға арналған коммутациялау өрісі;
4. Қызметтік байланыс каналдарын конференц-қосу коммутациясы;
5. Тоналды терілетін кнопкалы телефон аппараты;
6. Шақыру сигналдары мен акустикалық тоналды сигналдарды генерациялау;
7. Синхрондау көзі.

SMA – 1 мультиплексорының барлық модульдері SMA – 1 мультиплексорларын синхронизациялауға арналған SET жалпы функционалды тобына ие. Бекініс сигналдарының көзі ретінде келесі синхроналды көздер пайдаланылады:

1. 2,048 МГЦ сыртқы бекініс тактілі генераторы (кіру сигналы Т3);
2. STM -1 ақпараттардың шектес ағындары (кіріс сигналы Т1);
3. 2,048 Мбит/с ақпараттар ағыны (кіріс сигналы Т4);
4. Ішкі кварц генераторы (шығыс сигналы Т0).

Кіріс сигналдары ретінде 6 түрге дейін сыртқы синхросигнал көздері таңдалып алына алады.

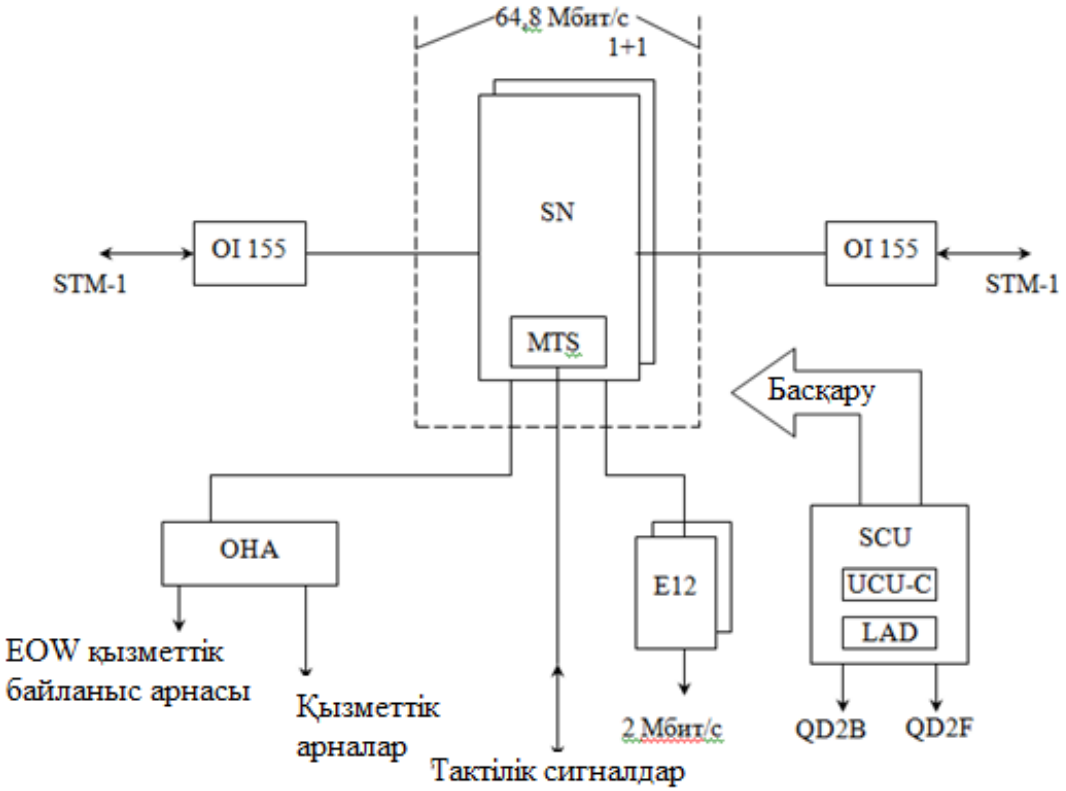
- UCU – C басқару жүйесі модулі – бұл SEME синхронды құрылғысын басқару функциясы мен SCU басқару жүйесі блогіндегі MCF хабарлама беру функциясын орындайтын UNIX операциялы жүйесі бар әмбебап процессор.

- LAD – жергілікті апатты сигнализация және қатты диск модулі. LAD модулі – (SCU) басқару жүйесі блогінің бөлігі. LAD модулінің ең маңызды функциялары болып келесілер табылады:

1. 2,5 дюйм ауыстырылатын қатты дискіге SCU блогінің жаппай жады (қатты дискіні айна тәрізді көшіру жобалануда);
2. апатты хабарламалар мен қателіктер туралы хабарламаларды генерациялау;
3. бағдарламалық апаттың хабарламаларды бөгеулер туралы хабарламалар және UCU – C модуліндегі аппаратты құралдарының апатты сигналдарын қабылдау.

UCU – U басқару блогі мен жергілікті апатты сигнализация мен қатты дискі модулі (SCU) жүйені басқару блогін құрайды. SCU блогі синхронды мультиплексорын (SEMF функциясы) басқару және ағымды бақылауына жауапты және QD2B (CF функциясы) интерфейстері арасында ақпаратты беріп отырады.

1.4 суретінде SMA – 1 сипатталған модульдерінің бір-бірімен байланыс әркететері келтірілген.



1.4 Сурет – Модульдерінің өзара байланысы

SMA – 1 синхронды мультиплексорлар модульді подстатив болып табылады. Подстативтердің екі түрі бар:

- Екілік подстатив, екі қатар модульдері бар, өткізетін ағынның максимал саны – 252.
- Біреулік подстатив, бір ғана модульдер қатары бар, өткізетін ағынның максимал саны – 125.

SMA – 1 синхронды мультиплекторлар подстативтері өлшемі 600мм х 300м (ені, биіктігі, тереңдігі) ETSI стативтарында қондыруға арналған. Әрбір мультиплексор панелімен жабдықталған. Сақтандырғыш автоматтар панелі ETSI стативінің жоғары бөлігінде орналасқан, стативтің бүйірлерінен мультиплексорға келетін кәбілдер үшін орын қарастырылған. Әрбір модульде модульдер пайдаланатын кернеуді өндіретін өзінің түрлендірілгіш бар. Осы тәсілді қолдану қондырғының сенімділігін арттырып, тұтынатын қуатты азайтты.

1.4.2 Тасымалдау жүйесінің сипаттамасы

Қазіргі заманғы техника коммутациясының және таратудың дамуы қазіргі заманғы цифрлық транспорттық желі немесе жүйе шығаруға алып келді. Тасымалдау жүйесі (ТЖ) – бұл тасымалдау функциясын орындайтын, желі ресурстарын біріктіретін инфрақұрылыс. Тасымалдау кезінде ақпараттың орын ауысуы ғана емес, күрделі конфигурациялармен (сақиналық және айналмалық) автоматты және бағдарламалық басқару, бақылау, шапшаң

ауыстырулар және басқа да желілік функциялар орындалады. ТЖ барлық синхронды және асинхронды ақпарат ауысу түрлері қолданылатын бар және жобаланатын қызметтерге, арнайы және басқа персоналдық желілерге база болып табылады.

СЦИ тасымалдау жүйесі – ақпараттық желі және басқару жүйесі және SDH басқаруларының жалғасуы. СЦИ ақпараттық желісінің жүктемесі ПЦИ желі сигналдары, сонымен қатар жаңа қызмет сигналдары және байланыс желілері болуы мүмкін. Аналогтық сигналдар цифрлық түрге желідегі қондырғылар арқылы түрленеді.

СЦИ ақпараттық желісінде функционалдық қабаттарға бөліну дәл қолданылады. Желі мамандандырылған қабаттарға бөлінген үш топологиялық бір біріне қатыссыз қабаттардан (арналар, тракттар және тарату ортасы) тұрады. Әр қабат арнайы функцияларды орындайды және беру нүктелері бар. Олар өзіндік басқару және бақылау құрылғыларымен қамдандырылған, сондықтан апат кезінде ликвидацияны азайтады және басқа қабаттарға әсерін төмендетеді. Қабат функциялары төменгі қызмет көрсететін қабаттардың физикалық орындалуына қатысты. Әр қабат өз бетінше пайда болады және дамиды.

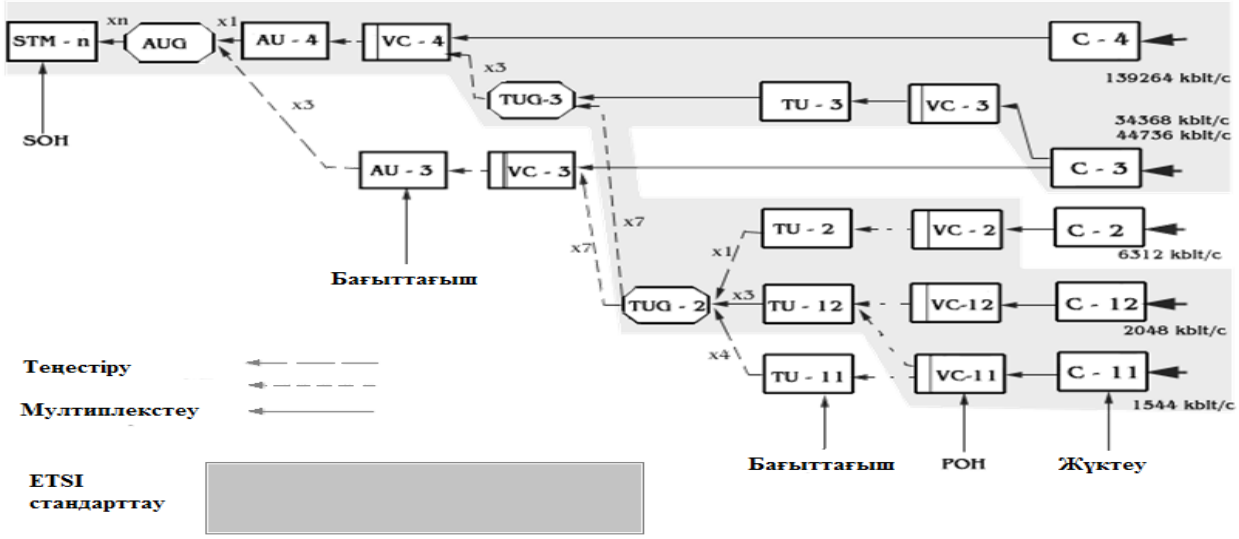
Ақпараттық желіде контейнерлік тасымалдау тәсілі қолданылады. Осының арқасында SDH желісі әртүрлі сигналдарды тасымалдауда әмбебаптық мүмкіндіктерге ие. SDH тасымалдау жүйесінде сигнал жүктемелерінің өзі емес, цифрлық құрылымдар – тасымалдауға қатысты сигналдар жүктемесі салынған виртуалды контейнерлер тасымалданады. Контейнерлердегі желілік операциялар ішіндегілерге қатыссыз орындалады.

Қажетті жерге жеткізіп, түсірілгеннен кейін, сигнал жүктемелері қайта қалпына келеді. Сондықтан SDH тасымалдау жүйесі тұнық болып келеді.

Желілік конфигурацияларды жасау, бақылау және жеке станцияларды басқару және барлық ақпараттық желіні басқару SDH қызмет көрсету жүйесі арқылы жүзеге асырылады.

SDH тарату қабаттарының ортасында ең ірі құрылым болып, желілік сигналдар форматы ретінде синхронды тасымалдаушы модулдер (STM) болып табылады. Жоғары жиілікті желілік сигналдарды шығару үшін синхронды мультиплексорлар қолданылады.

1.5 суретте SDH иерархияларының байланыс мультиплексациялау құрылымы ұйымдастырылған.



1.5 Сурет – SDH мультиплексациялау құрылымы

1.5 суретте SDH құрылымдарды секцияның желілік қабатында және трактарда құрады және цифрлық ағындарды, сонымен қатар кеңжолақты ақпараттарды тасымалдайды. Осы құрылымдар функциясына SDH желісі арқылы тасымалданатын цифрлық ағындардың жылдамдығы мен фаза өзгерісінің компенсациясы кіреді. Мұндай компенсация плезиохронды тәртіпті өткізетін синхронды желі ретінде SDH түрленуін қамтамасыз етеді.

Мультиплексация контейнер құрудан басталады. Келіп түскен PDH ағындарын плезиохронды тәсілмен сәйкес жылдамдықтарын теңестіріп, SDH C-12, C-3 немесе C-4 контейнерлеріне салады: PDH ағындарының стандартты ақпараттық тарату жылдамдығы әрдайым контейнерлерге тұрақты мөлшерде тағайындалады. Контейнерлерге тракт тақырыпшасын (POH) қою арқылы контейнерлерден виртуалды контейнерлер VC-12,VC-2,VC-3 немесе VC-4 жасалады. Яғни VCтт=POH+C. Тракт тақырыпшасы POH VC ұйымдастырылатын пункттарда жасалады да, осы пункттар арасындағы трактыны бақылайды. POH функциясында тракт сапасын бақылау және апаттық және эксплуатациялық ақпараттың таратылуы болады. Жоғары реттік POH трактысы сонымен қатар VC контейнерінің ақпараттық жүктеме құрылымы туралы ақпаратты қамтиды. Әрбір виртуалды контейнер VC-12 немесе VC-2 трибутарлық бірлік TU-12 немесе TU-3 сәйкес көрсеткіштермен TU (ақпараттар көрсеткіші) бірге генерациялайды. TU төменгі және жоғарғы желі қабаттарының арасында келісуді қамтамасыздандырады және жоғарғы реттік VC циклы бастамасынан цикл жүктемесі бастамасының өзгеруін көрсететін ақпараттық жүктеме және TU көрсеткішін сақтайды. TU = TUкөрсеткіш + VC.Жоғарғы реттік VC жүктемесіндегі белгілі бір бекітілген позицияны алатын бір немесе бірнеше TU «топтық трибутарлық бірлік» (TUG) деп аталады. TUG TU-12 немесе U-3 байттарын генерациялау жолымен құрылады.

Өзінің пішініне байланысты VC-4 виртуалды контейнерлері STM-16 циклінде жіберіле алады. VC-4 виртуалды контейнерлері сәйкес келетін AU көрсеткіштерімен бірге AU-4 административтік бірлігін құрайды. Яғни AU = AU көрсеткіш + VC.AU көрсеткіштері VC-4 виртуалды контейнерлеріне сәйкес келетін жоғары реттік SDH циклдар арасындағы фазалар айырымын сақтайды. STM жүктемесіндегі белгілі бір бекітілген позициясы бар бір немесе бірнеше AU «топтық администрациялық бірлік» (AUG) деп аталады. Топ құрамында біркелкі AU-3 блоктар жиыны немесе бір AU-4 бар.

STM – N N AUG және SOH тақырыпшасының баитты жалғануымен құрылады: STM-N = SOH + N×AUG.

1.4.3 Желі синхронизациясы

Тактілі синхронизациясының немесе хрондаудың бұзылуы қателік коэффициентінің өсуіне және сандық жүйелікте өтіп кетуге әкеледі (оның салдарынан циклдік синхронизм бұзылады). SDH синхронизациялау торабын құру үшін біріншілік эталон генераторы (Primary Reference Clock – PRC) қолданылады. Біріншілік генератор дәлдігі 10-11 кем емес тактілі импульстердің атомдық көзі (цезиелі немесе рубидиім генератор) болып табылады. Ол қолмен немесе әлемдік координациялынған уақыт сигналдары бойынша автоматты түрде калибровкаланады. Одан болса, тораптың барлық түйіндеріне синхронизациялау сигналдарын жеткізетін сенімді жүйе қажет. Қазіргі күні осындай тарату жүйесі иерархиялық схемаға негізделеді. Онда бірқатар нүктелерден түзелетін тактілік импульстерінің біріншілік эталон генераторы бар, оның сигналдары кейін торап бойынша таралып, транзиттік немесе жергілікті түйіндерді хрондаудың екіншілік көздерін құрайды.
Синхронизациялаудың екі негізгі әдісі бар:

- «Шебер - қол астындағы» синхронизациясы (master – slave synchronization).
- Өзара синхронизация (mutual synchronization).

«Шебер – қол астындағы» синхронизациясы SDH тораптарында қолданылады. Бұл әдіс әрбір төменгі деңгейдегі генератор жоғары деңгейдегі генератордан синхрондалатын генераторлар иерархиясын қолданады. Синхрондау иерархиясында төрт деңгейлік сападағы генераторлар қолданылады.

- Біріншілік тіректік немесе эталондық генераторы.
- Транзит түйініндегі қоласты генераторы (Transin Node Clock TNC).
- Жергілікті түйініндегі қоласты генераторы (Local Node Clock – LNC).
- Синхронды сандық иерархиясының генератор қондырғысы (SDH Equipment Clock - SEC).
- PRC – ең жоғары сападағы генератор, ал SEC – ең төменгі сападағы генератор. Сапасы жоғары генератор ұстап қалу режимінде сапасы төмен генератордан синхрондалмауы керек, бірақ ұстап қалу режимінде генераторлар сапасы бір деңгейдегі генератордан синхрондауға болады.

Тарату трейлері немесе синхрондауды диструбциялау кезінде бір-бірімен байланысқан генераторлардың санына шектеу қойылады. Генераторлардың тіректік сигналдары иерархия деңгейлері арасында транспорттық торап құралдарын пайдаланатын дистрибуциялық торап арқылы таралады. Транспорттық торап SDH (SEC) қондырғыларының генераторларын пайдалана алады. Синхронизациялауда таратын келесі екі әдіс түрлері бар:

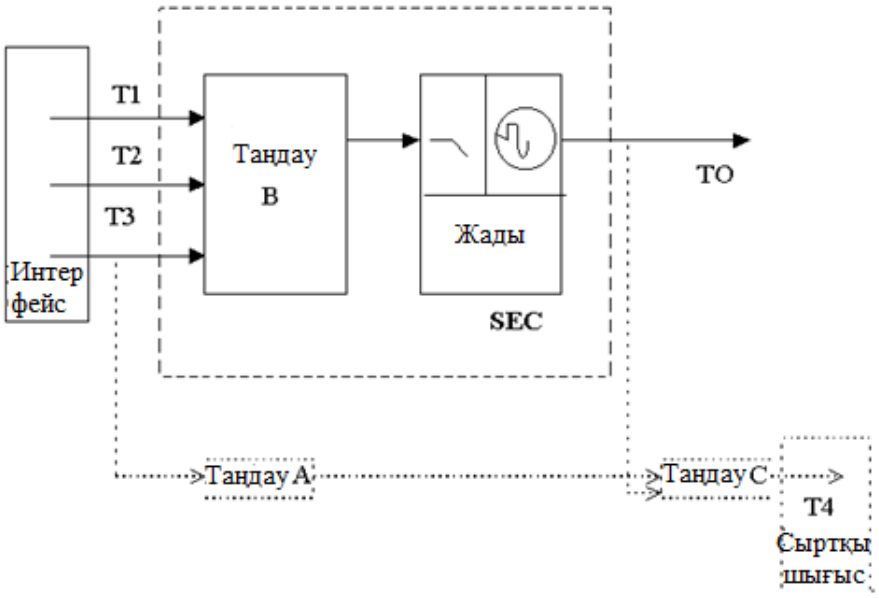
- STM – N қабылдаушысынан дыбыс хрондаушының қайта қалпына келтіру. Ол шығыс ағындағы қол асты генераторының нұсқаушысын реттеуге болжаусыз әсерін болдырмайды.
- SDH торабын қолдамайтын синхрондау трейлінен алу.

«Шебер - қоласты» әдісі қоласты генераторларды хрондау үшін қолданылады. Бұл трейлдер жұмыс істемей қалған кезде альтернативтілерге ауыстырыла алынады.

Өзара синдхрондау әдісі, іс жүзінде «шебер – қоласты» әдісіне қарағанда сирек қолданылады.

SDH тораптарында хрондаушы көздерінің құрылғыларының функциялары әртүрлі типті болуы мүмкін:

- PRC автономды генератор болуы немесе радио дыбыс немесе жер серік дыбыс бойынша синхрондалуы мүмкін.
- Синхрондау блогі (synchronization Supply Unit-SSU), кірісіне қосылған синхрондау көзінің біреуін таңдайды да түйін маңайындағы басқа элементтерге таратады мен жергілікті түйіндерде пайдаланылады. Құрылғының ішкі генераторы (SDHE quipment Clock SEC) функционалды сұлбасы 1.6 суретте көрсетілген.

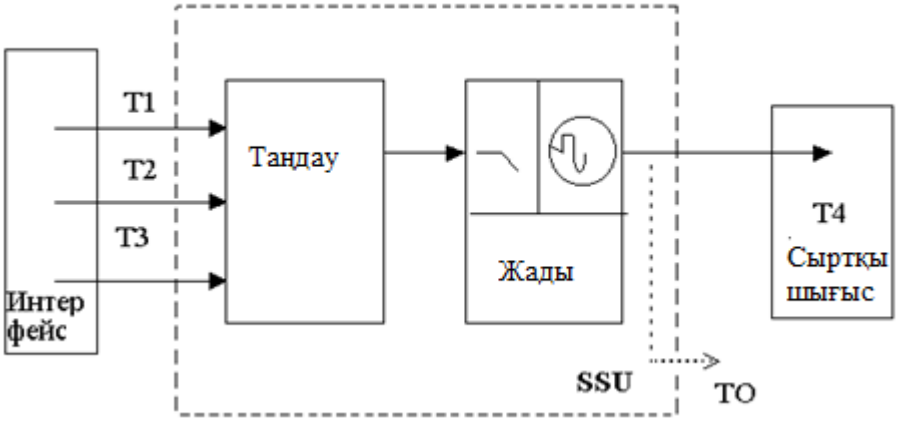


1.6 Сурет – Синзхронды сандық иерархия (SDHE quipment Clock SBC) құрылғысындағы ішкі генераторының функционалды сұлбасы

ТО – тораптық элементті хронирлеудің ішкі тірек дыбысы;
Т1 – STM-N агрегатты дыбыстан алынған хронирлеу дыбысы;
Т2 – 2 Мбит/с дыбысынан алынған хронирлеу дыбысы;
Т3 – 2Мбц синхрондау дыбысынан алынған хронирлеу дыбысы;
Т4 – хронирлеудің сыртқы шығысы.

1.6 және 1.7 суреттерінде мүмкін болатын генераторлар режимдері көрсетілген ұстап қалу режимі немесе сыртқы синхрондау режимінде сұлбаның кірісіне хронирлеудің эталондары кіреді. Эталонның біреумен хронирлеудің шығыс сигналы басқарады. Жиілікті фазалық автоматты түрде келтіру сұлбасы қолданылады. Жұмыстың бұл режимінде қоласты генераторлары жетекші генератордағыдай орташа жиілікке ие болады. Одан кейін егер хронирлеудің барлық эталондарына қол жету мүмкін болмаса, онда ұстап тұру режимі басталады. Бұл сұлбаның шығысындағы хронирлеу сигналы ұстап тұру режимінің параметрлерін генереатор сұлбасында орналасқан жады құрылысының арқасында сақталып тұратындығын білдіреді. Синхрондалмаған режим де болуы мүмкін, ол кезде хронирлеу сигналы тек қана осы генератор параметрлерімен ғана анықталады, ал кіру эталондары мен жадының шығыс мәліметтеріне қол жеткізуге (недоступны) болмайды. Бұл режим еркін ауытқулар режимі деп те аталады.

Транспортты торапта синхрондаудың 4 режимі болуы мүмкін:
- синхронды;
- псевдосинхронды;
- плезиохронды;
- асихронды.



1.7 Сурет – SSU функционалды сұлбасы

ТО – тораптық элементті хронирлеудің ішкі тірек дыбысы;
Т1 – STM-N агрегатты дыбыстан алынған хронирлеу дыбысы;
Т2 – 2 Мбит/с дыбысынан алынған хронирлеу дыбысы;
Т3 – 2Мбц синхрондау дыбысынан алынған хронирлеу дыбысы;

T4 – хронирлеудің сыртқы шығысы.
Егер SSU SDH тораптық элементіне интеграцияланған болса, онда ТО шығысында қамтамасыз ету керек.

Синхрондалмаған режимге SSU мәжбүрлі түрде қондыруға болады. Егер синхрондаудың барлық тіректік кірістері жұмыс істемей қалса немесе деградация болған кезде, SSU ішкі хронирлеу көзін пайдаланылады.

IIU – I REC. G. 783 анықталмаған, бұл синхрондау құрылғысының хронирлеу көзінің функционалды жинағы болады.

Синхрондалмаған жағдайда SEC мәжбүрлі түрде қондыру мүмкіндігі бар.

Синхронды режимде тораптағы барлық генераторлар бір ғана PRC синхрондалады. TU/AU көрсеткіштерінің мәндерінің өзгерулері тек кездейсоқ болуы мүмкін. Бұл режимде сырғып кету болмайды. Бұл – бөлек оператор торап аумағындағы қалықты жұмыс режимі.

Псевдосинхронды режимде тораптағы генераторлардың барлығы да бір ғана PRC синхрондала алмайды. Бірақ, PRC әрқайсысы жоғарыда аталып өткен талаптарға бағынышты болады, сондықтан көрсеткіштердің мәндерін әртүрлі PRC синхрондалған құрылғылар мен тораптың элементтері арасында өзгереді. Мұндай режимде сырғудың төмен деңгейі белгеленеді (бір сырғып өту 70 күн). Бұл – әртүрлі операторлар қызмет көрсететін торап үшін қалыпты жұмыс режимі.

Егер плезиохронды режимде жұмыс және қорғаныс синхрондау трейлдері бір немесе одан да көп генераторларға қосылып тұрған торапта ақау болса, онда генератор ұстап тұру немесе синхрондамау режиміне түседі. Егер асинхронды шағылысуды (mapping) орындайтын SDH торабының элементіне синхрондау жоқ болып кетсе, онда генератор жиілігінің ауысуы және дрейф көрсеткіштердегі мәндердің өзгеруінің себебі болуы мүмкін. Бұндай жағдайда сырғудың орташа деңгейі рұқсат етіледі (17 сағат ішінде бір сырғудан көп болмауы керек).

Асинхронды режим жиіліктің үлкен асулары болып жатқан жағдайға сәйкес келеді. Егер генератордың жиілігінің дәлдігі талап етіліп отырған SEC жиілігінің дәлдігінен кем болса, онда тораптың қалыпты жұмыс режимі бұзылады және ±20ppm генератор дәлдігі кезінде) апатты жағдай индикация сигналы (Alarm Indication Signal AIS) жіберіледі.

1.4.4 Синхронды ағындарды қорғаудың функционалды тәсілдері

СЦИ желісін ұйымдастырғанда олардың сенімділігін және бұзылмай жұмыс жасуын қамтамасыз ету керек. SDH технологиясы ТОК қолдану арқылы жоғары сенімділікте жұмыс жасауға ғана емес сонымен қатар элементтердің бірі немесе кәбілдің тарату ортасы істен шыққан кезде сақтап қалып немесе желінің жұмыс қабілеттігі қайта қалпына келтірілетін (өте аз уақытта) желіні ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар бақылау және басқару құрылғылары ақауларды табуды және резервті сйымдылыққа

ауысуды жеңілдетеді әрі тездетеді. Сондықтан желілерде SDH қолдану кейде «өзі емдегіш» терминін қолданады. Синхронды желілердің жұмыс қабілеттігін жылдам қалпына келтірудің түрлі тәсілдері бар:

-желі аумағын 1+1 немесе 1:1 сұлбасы бойынша резервтеу;

-1+1 немесе 1:1 сұлбасы бойынша резервтелген қайта қалпына келетін сақиалық желіні ұйымдастыру;

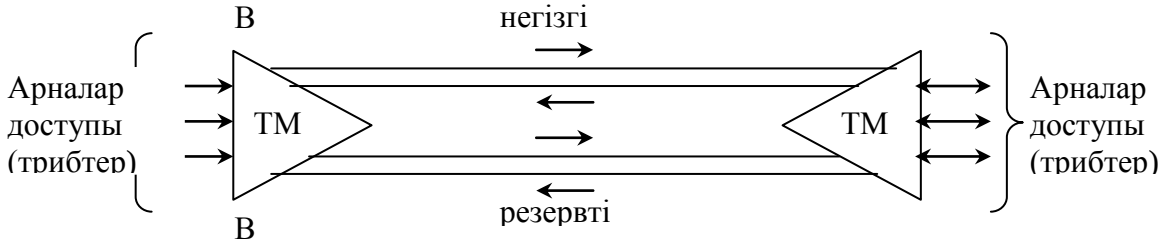
-терминалды қондырғыларды 1:1 немесе N:1 сұлбасы бойынша резервтеу;

- желінің жұмыс қабілеттігін жұмысқа қабілетсіз түйіндерді аралап.

1.5 Кәбіл трассасын ескеріп желі топологиясын таңдау

Жоғары жылдамдықты тарату желісін құру үшін желі топологиясын таңдау қажет. Оны таңдау жеңіл шешіледі егер, толық желі топологиясы құрылған стандартты базалық топологияның жиынтығын білсек. Төменде базалық топологиялар және олардың ерекшеліктері қарастырылған:

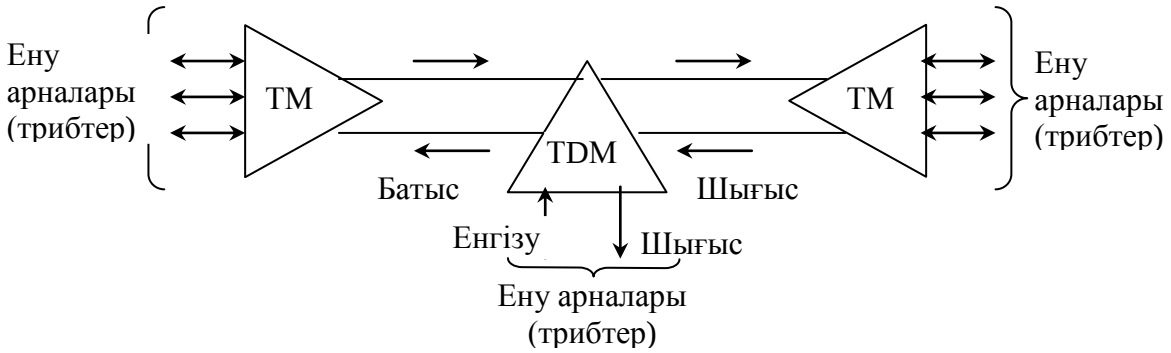
а) SDH базалық топологиясы ең қарапайымы «нүкте-нүкте» болып келеді. 1.8 суретте «нүкте-нүкте» топологиясының құрылуы көрсетілген.



1.8 Сурет – ТМ қолдану арқылы іске асырылған «нүкте-нүкте» топологиясы

1.8 суреттегі топология ол терминалды мультиплексорлер ТМ көмегімен сұлбада көрсетілгендей қабылдау/тарату резервті арналарынсыз, дәл солай негізгі және резервті электрлік немесе оптикалық агрегатты шығыстарды (қабылдау/тарату арналары) қолданатын стопцентрлі 1+1 түрлі резервтермен құрылады. Негізгі арналар істен шыққан кезде, санаулы милисекундта автоматты түрде резервке ауысады.

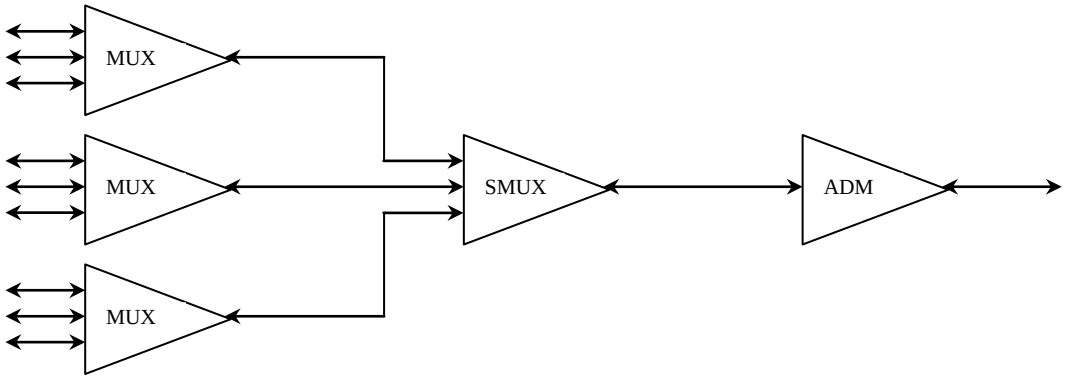
б) «Тізбектелген сызықтық тізбек» топологиясы. Бұл базалық топология желі трафигінің интенсивтігі өте болмағанда және арналар рұқсаты енгізілетін және шығарылып, тарамдар қажет желі нүктесінде қолданылады. 1.9-суретте «тізбектелген сызықтық тізбек» топологиясы көрсетілген.



1.9 Сурет – TM және TDM негізінде іске асырылған «тізбектелген сызықтық тізбек» топологиясы

1.9 суреттің топологиясы ол екі ұшында да терминалды мультиплексорларын, сонымен бірге тарамдар нүктесінде еңгізу/шығару мультиплексорларын қолданылып іске асырылады. Бұл топология әр еңгізу/шығару мультиплексорлары бөлек буын болып табылатын тізбектелген сызықтық тізбекті еске түсіреді. Ол резервсіз тізбектелген сызықтық тізбек түрінде немесе резервтелген күрделі 1+1 типті тізбек түрінде көрсетілуі мүмкін. Бұл топология әр еңгізу/шығару мультиплексорлары бөлек буын болып табылатын тізбектелген сызықтық тізбекті еске түсіреді.

в) Концентратор функциясын іске асыратын «жұлдызша» топологиясы. 1.10 суретте «жұлдызша» топологиясының схемасы көрсетілген.

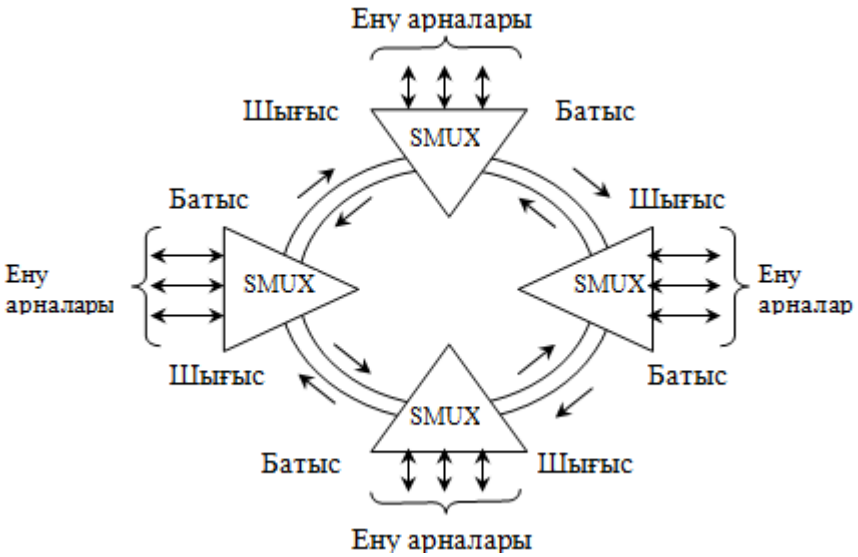


1.10 Сурет – Концентратор ретінде мультиплексор қолданылатын «жұлдызша» топологиясы

1.10 суретте бұл топологияда коммутация ортасымен немесе SDH желісінің орталық сақинасында жалғанған алшақтатылған желі ұшы концентратор рөлін атқарады сонда трафиктің бір бөлігі пайдаланушылар терминалына шығарылуы мүмкін, ал қалғандары басқа алшақтатылған ұштарға жіберілуі мүмкін, ал оның шығысына STM-N келіп түседі. Дәлдігінде орталық желі ретінде SDH мультиплексоры қолданылатын «жұлдызша» топологиясын еске түсіреді.

г) «Сақина» топологиясы 1.11 суретте көрсетілген. Бұл 1.11 суретте топология SDH-иерархиясының деңгейімен SDH желісін құруда көп қолданылады. Қазіргі таңда Қазақстан аумағы осы сақина топологиясы арқылы қосылған.

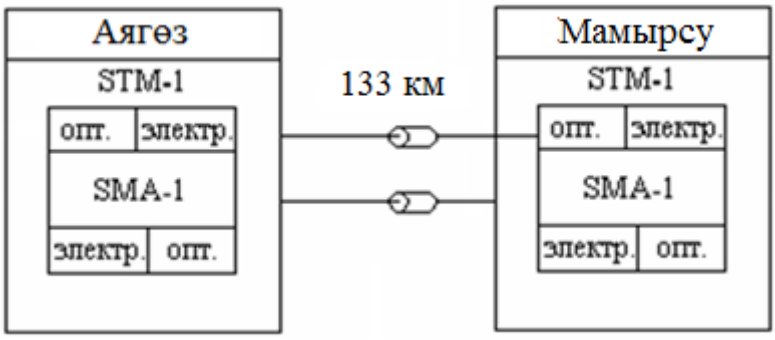
Бұл жобада Аягөз-Мамырсу аумағында байланыс желісін құрудың ең ыңғайлы түрі «нүкте - нүкте» топологиясы болып табылады. Сондықтан «нүкте - нүкте»топологиясы таңдалды.



1.11 Сурет – «Сақина» топологиясы

1.6 Байланыс ұйымдастырудың сұлбасын таңдау

Жобаланатын аумақта байланысты қамтамасыз ету үшін «нүкте-нүкте» топологиясы таңдалды. 1.12 суретте SMA–1 құрылғысының сұлбасы көрсетілген.



1.12 Сурет – «Аягөз-Мамырсу» аумағында байланысты ұйымдастыру сұлбасы

Таңдалған топология мыналарды қамтамасыз етеді:
- әлдеқайда жоғары сенімділік;
- SDH мүмкіндіктерін барынша толық іске асыру;
- желіні кеңейту мүмкіндігі.

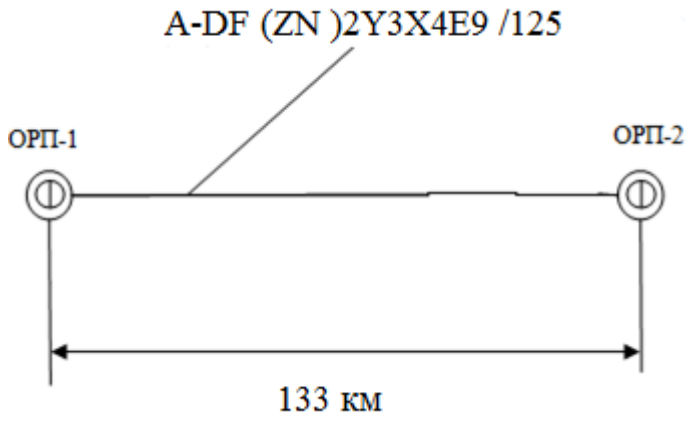
Желі құрудың таңдаған нұсқасында нүкте – нүкте топологиясын Аягөз мен Мамырсу арасында аумақтық біріктірілген автомобиль трассасы арқылы жүргізу керек.

1.7 Жобаланып жатқан желінің регенерациялау бөлігі

Регенрациялау бөлігінің ұзындығы регенрациялау бөлігінің өшуі мен оптикалық кәбілдің дисперияcы қосындысымен анықталады. Қосынды өшу оптикалық талшықтың өзіндегі қуат шығыны мен ажырайтын және ажырамайтын қосылыстардағы шығындардан тұрады.

РА ұзындықтарын есептеу мен нақтылаудан кейін қызмет көрсетілетін пункттер арасында қызмет көрсетілмейтін пункттер саны анықталады және қызмет көрсетілетын пункттер мен қызмет көрсетілмейтін пункттер, кәбіл түрі, қызмет көрсетілмейтін пункттердің нөмірленуі көрсетілетін кәбілдік линияның құрылымдық сұлбасы жасалады. Ереже бойынша қызмет көрсетілмейтін пункттердің нөмірленуі бөлшек сан түрінде көрсетіледі: алымында қызмет көрсетілмейтін пункт нөмірі, бөлімінде алдыңғы қызмет көрсетілетін пункт нөмірі. Жобаланатын аумақтағы қызмет көрсетілетін пункттер Аягөз мен Мамырсу, арақашықтық 133 км.

Жобаланатын аумақтағы оптикалық желілік тракт құрылымы 1.13 суретте көрсетілген .



1.13 Сурет – Жобаланатын аумақтағы оптикалық желілік тракт құрылымы

2 ЖОБАЛАНАТЫН ТОБЖ ТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕЛУІ

2.1 Арналар санын есептеу

Екі аралыққа қажетті жалғастырушы арналар саны негізінен тұрғындар саны мен олардың байланысқа деген сұранымымен анықталады. Барлық тұрғылықты жерде халық саны халық санағы нәтижесінде белгілі болады.

Дәл қазіргі жағдайда Аягөз қаласында 45000 тұрғын, Мамырсу ауылында 2000 тұрғын бар. Әдетте халық санағы әрбір бес жылда бір өткізіледі, сондықтан жобалау кезінде халық санының өскенін ескеруіміз керек.

Берілген аймақта халық санының орташа өсуі мына формуламен анықталады:

$$H_t = H_0 \cdot (1 + \frac{\Delta H}{100})^t \text{ адам} \qquad (2.1)$$

мұндағы: H_0 – халық санағы жүргізілген уақыттағы тұрғындар саны, адам;

ΔH – осы аймақтағы тұрғындар санының орташа жылдық өсуі, %, ((2-3)% қабылдаймыз);

t – жобаланған жыл мен халық санағы жүргізлген жыл арасындағы айырмашылық.

Жобалану жылы ағымдағы жылмен салыстырғанда 5-10 жыл алда деп алынады. Жобада 5 жыл алда деп алсақ:

$$t=5+(t_n-t_o) \qquad (2.2)$$

мұндағы t_n –жобаның құрылған жылы;

t_o – мәліметтер алынған жыл.

t_n = 2013 жыл

t_o = 2014 жыл

t = 5+(2013-2014) = 4 жыл

(2.1) формуласы арқылы Аягөз қаласының H_{t_α} және Мамырсудың H_{t_δ} тұрғындар санын есептейміз:

$$H_{t_a} = 45000 \cdot (1 + \frac{2}{100})^4 = 48710$$

$$H_{t_б} = 2000 \cdot (1 + \frac{2}{100})^4 = 2165$$

Қалааралық байланыста телефондық арналардың маңызы зор болғандықтан ұйымдастыру берілген пункттар арасындағы телефон арналар санын анықтау керек. Телефон каналдар санын есептеуде шамалап алынған формуланы қолдануға болады:

$$n_{тлф} = \alpha \cdot K_T \cdot y \cdot \frac{m_a \cdot m_б}{m_a + m_б} + \beta \qquad (2.3)$$

мұндағы: α=1,3 және β=5,6 - шығындар 5% болғанда және бекітілген жетістіктерге сәйкестендірілген тұрақты коэффиценттер;

у – бір абонементтің туғызатын орташа өзіндік жүктемесі, у=0,15 Эрл.;

$К_Т$ – тартылыс коэффициенті, кең көлемде тербетіледі (0,1 до 12)%. Жобада қабылдайтынымыз $К_Т$=12%, демек $К_Т$=0,12.

$m_а$ және $m_б$ – басқа немесе өзгеше соңғы пункттар арқылы қызмет көрсетілетін абонементтер саны қызмет көрсету аймағында тұратын тұрғындар санымен анықталады. Телефонмен қамтамасыздандырылған Аягөз қаласында тұрғындардың орташа коэффиценті 0,9, ал Мамырсуда 0,5 абоненттер саны былай анықталады:

$$m = 0{,}9 \cdot H_t \qquad (2.4)$$

$$m = 0{,}5 \cdot H_t \qquad (2.5)$$

Аягөз қаласы үшін:

$m_а$ = 0,9 · 48710=43839

Мамырсу ауылы үшін:

$m_б$ = 0,5 · 2165=1083

(2.3) формуласынан $n_{тлф}$ табамыз:

$$n_{тлф} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{43839 \cdot 1083}{43839 + 1083} + 5{,}6 = 30 \text{ арна}.$$

Басқада байланыс түрлерін есептейтін болсақ, барлық арналар саны мына формуламен анықталады:

$$n_{аб} = n_{тлф} + n_{тг} + n_{в} + n_{пд} \quad (2.5)$$

мұндағы $n_{тлф}$ – телефондық байланыстың екіжақты арналар саны;
$n_{тг}$ - телеграфтық байланыстың арналар саны;
$n_{в}$ - мәліметтер тарату сигналының арналар саны;
$n_{пд}$ - ақпарат тарату арналар саны.

Барлық телефондар санын мына қысқартылған формуламен есептеуге болады:

$$n = 2 \times n_{тлф} \quad (2.6)$$

Арналар санын есептейтін болсақ:

n=2·30=60 арна

SDH мультиплекстеу сұлбасы PDH ағындарын біріктірудің бірнеше нұсқаларын ұсынады, мысалы STM-1 үшін 63 E1 ағынын ұйымдастыруға болады. Сонда:

N(E1)=60/30=2

Бұл есептеулер транзиттік арналар санын ескерусіз есептелген. Егер транзиттік ағындар мен желінің одан әрі дамуын, сонымен қатар қандай да бір зақымдану болған жағдайда магистраль арқылы қосымша жолды ұйымдастыру қажеттігі туындайтындығын ескерсек, онда жобаланатын трассадағы қажетті тарату жылдамдығы 155,52 Мбит/с болады және резервке 30 E1 ағыны алынады. Осыған сәйкес жобаланатын трассада “Siemens” фирмасының SMA–1 синхронды жабдығы орнатылады.

2.2 Жобаланатын желінің регенерациялық аумағының ұзындығын есептеу

Регенерациялық аумақ ұзындығы регенерациялық аумақтың қосынды өшулігімен және оптикалық кәбіл дисперсиясымен анықталады. Қосынды өшулік оптикалық талшықтағы қуат жоғалтуларынан және ажырайтын, ажырамайтын қосылулардағы жоғалтулардан тұрады.

Регенерациялық аумақтағы (РА) қосынды өшулікті келесі формуламен анықтауға болады.

$$a_{\Sigma} = n_{р.с} \cdot a_{р.с} + n_{н.с} \cdot a_{н.с} + a_t + a_в \qquad (2.7)$$

мұндағы: $n_{р.с}$ – ажырайтын қосқыштар саны;

$a_{р.с}$ – ажырайтын қосқыштардағы жоғалтулар, дБ;

$n_{н.с}$ – ажырамайтын қосқыштар саны;

$a_{н.с}$ – ажырамайтын қосқыштардағы жоғалтулар, дБ;

a_t – оптикалық талшық өшулігінің температуралық өзгерістері, дБ;

$a_в$ –РА компоненттерінің сипаттамаларының уақыт бойынша өзгерістері, дБ.

Ажырамайтын қосқыштар саны келесі формула бойынша есептеледі:

$$n_{Н.С.} = \frac{L_{ОРП}}{l_{С.Д.}} - 1 \qquad (2.8)$$

мұндағы: $L_{ОРП}$- қызмет көрсетілетін регенерациялық пункттердің арақашықтығы, км;

$l_{С.Д.}$- кәбілдің құрылыс ұзындығы, км.

$$n_{Н.С.} = \frac{133}{6} - 1 = 21$$

Ажырамайтын қосқыштардағы жоғалту $a_{н.с}$=0,3дБ, ол механикалық сплайс қолдану арқылы жасалады (жоғалтудың орташа мәні 0,2-,0,4 дБ). Ажырайтын қосқыштардағы жоғалтулар $a_{Р.С}$=0,3дБ, қосқыш ретінде ST түрлі коннектор қолданылады.

$$a_{\Sigma} = 0{,}3 \cdot 21 + 0{,}3 \cdot 2 + 1 + 5 = 13 \text{ дБ}$$

Қуаттық жоғалтуларды ескере отырып РА ұзындығын келесі формуламен анықтауға болады:

$$l_{РА} \le \frac{Э_П - \alpha_{\Sum}}{\alpha} \text{ км} \qquad (2.9)$$

мұндағы: α - ОТ өшулік коэффициенті (0,22 дБ).

$Э_П$ – талшықты-оптикалық тарату жүйесінің энергетикалық потенциалы. Энергетикалық потенциал SMA-1 аппаратурасының техникалық сипаттамаларынан алынады, оның шамасы 36 дБ (1.3 кесте).

$$l_{РА} \le \frac{36-13}{0,22} = 105 \text{ км}$$

РА аумақ ұзындығына талшықтың дисперсиялық сипаттамалары шектеу қояды.

Оптикалық талшықтың дисперсиясын ескергенде РА ұзындығы тең болады:

$$l_{РА\ мах} = \frac{0,25}{\tau \cdot B} \text{ км} \qquad (2.10)$$

мұндағы: В – ақпаратты таратуға қажетті жылдамдық, бит/с;

τ – бірмодалы оптикалық талшықтың хроматикалық дисперсиясының мәні, с/км.

$$l_{РА\ мах} = \frac{0,25}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 155,520 \cdot 10^{6}} = 178,6 \text{ км}$$

Сонымен, (2.10) формуласымен есептелген РА ұзындығы (2.11) шартын қанағаттандыруы қажет:

$$l_{РАMAX} \ge l_{РА} \qquad (2.11)$$

Есептелген РА ұзындығының (2.11) шартына сәйкестігін тексерсек:

$178,6 \ge 105$

РА ұзындықтарын есептеу мен нақтылаудан кейін қызмет көрсетілетын пункттер арасында қызмет көрсетілмейтін пункттер саны анықталады және қызмет көрсетілетын пункттер мен қызмет көрсетілмейтін пункттер, кәбіл түрі, қызмет көрсетілмейтін пункттердің нөмірленуі көрсетілетін кәбілдік линияның құрылымдық сұлбасы жасалады. Ереже бойынша қызмет көрсетілмейтін пункттердің нөмірленуі бөлшек сан түрінде көрсетіледі: алымында қызмет көрсетілмейтін пункт нөмірі, бөлімінде алдыңғы қызмет көрсетілетін пункт нөмірі.

2.1 К е с т е – Жобаланатын аумақтағы қызмет көрсетілетін пункттер

Қызмет көрсетілетін пункттер саны	Қызмет көрсетілетін пункттер атауы
ОРП-1	Аягөз
ОРП-2	Мамырсу

Қызмет көрсетілмейтін пункттер саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{НРП} = \frac{L_{ОРП}}{l_{РА}} - 1 \qquad (2.12)$$

мұндағы: $L_{ОРП}$ – қызмет көрсетілетін пункттер арақашықтығы, км.

$$N_{НРП} = \frac{133}{128} - 1 = 0$$

2.3 Оптикалық кәбіл параметрлерін есептеу

Қабықшаның n_2 сыну көрсеткішін есептейік, кәбілдің оптикалық сипаттамаларынан сандық апертура NA=13 тең.

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \qquad (2.13)$$

мұндағы: n_1 – өзекшенің сыну көрсеткіші, 1,4681. А қосымшада көрсітілген.

Сонда:

$$n_2 = \sqrt{n_1^{\ 2} - NA^2} \qquad (2.14)$$

$$n_2 = \sqrt{1{,}4681^2 - 0{,}13^2} = \sqrt{2{,}1553 - 0{,}017} = 1{,}4623$$

Қабықшаның n_2 және өзекшенің n_1 сыну көрсеткіштерін біле отырып Δ сыну көрсеткішінің NA салыстырмалы айырмасын есептесек:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \qquad (2.15)$$

$$\Delta = \frac{1{,}4681 - 1{,}4623}{1{,}4681} = 0{,}00395 \approx 0{,}395\%$$

Нормаланған жиілік келесі формуламен анықталыды:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot \sqrt{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}} \text{ Гц} \qquad (2.16)$$

мұндағы: а –талшық өзекшесінің радиусы, а = 4,5 мкм;
n_1 – өзекшесінің сыну көрсеткіші, n_1=1,4681;
n_2 –қабықшаның сыну көрсеткіші, n_2=1,4623.

$\lambda := 1,55 \cdot 10^{-6}$

Мәндерді (2.16) формуласына қоямыз:

$$\sqrt{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}} = \sqrt{1,4681^2 - 1,4623^2} = 0,13$$

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5}{1,55 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,13 = 2,37 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

Критикалық жиілік:

$$f_0 = \frac{P_{пт} \cdot c}{\pi \cdot d \cdot \sqrt{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}}} \qquad (2.17)$$

мұндағы: $P_{пт}$ = 2,405 –бірмодалық режим үшін толқын түрі;
$c = 3 \cdot 10^8$ м/с–вакуумдегі жарық жылдамдығы;
d = 9 мкм – талшық өзекшесінің диаметрі.

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,14 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \cdot 0,13} = 1,963 \cdot 10^{14} \quad \text{Гц}$$

Критикалық толқын ұзындығы:

$$\lambda_0 = \frac{\pi \cdot d}{P_{пт}} \cdot \sqrt{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}} \text{ мкм} \qquad (2.18)$$

$$\lambda_0 = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 10^{-6}}{2,405} \cdot 0,13 = 1,528 \cdot 10^{-6} = 1,697 \text{ мкм}$$

Толық ішкі шағылу шарты орындалытын θ_c сыну бұрыш:

$$\theta_c = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} \qquad (2.19)$$

$$\theta_c = \sqrt{1 - \left(\frac{1,4623}{1,4681}\right)^2} = 0,09\,рад \approx 5,16^0$$

Жұтылуға энергияның жоғалуы:

$$\alpha_{п} = 8{,}69 \cdot 10^{3} \cdot \frac{\pi \cdot n_1 tg\delta}{\lambda} \text{ дБ/км} \qquad (2.20)$$

мұндағы: $tg\delta = 10^{-10}$ – жоғалтулар бұрышы;
λ – толқынның жұмыс ұзындығы, нм.

$$\alpha_{п} = 8{,}69 \cdot 10^{3} \cdot \frac{3{,}14 \cdot 1{,}4681 \cdot 10^{-10}}{1{,}55 \cdot 10^{-6}} = 2{,}584 \text{ дБ/км}$$

Шашырауға жоғалтулар:

$$\alpha_{р} = \frac{к_{р}}{\lambda^{4}} \text{ дБ/км} \qquad (2.21)$$

$$\alpha_{р} = \frac{1{,}5 \cdot (10^{-6})^{4}}{(1{,}55 \cdot 10^{-6})^{4}} = 0{,}26 \text{ дБ/км}$$

мұндағы: $к_р = 1{,}5$ – кварц үшін шашырау коэффициенті, (дБ/км) ·мкм^4
Жалпы жоғалтулар:

$$\alpha = \alpha_{п} + \alpha_{р} \text{ дБ/км} \qquad (2.22)$$

$$\alpha = 2{,}584 + 0{,}26 = 2{,}844 \text{ дБ/км}$$

Фазалық жылдамдықтың өзгеру шекарасы:

$$\frac{c}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{1{,}4681} = 2{,}043 \cdot 10^{8} \text{ км/с} \qquad (2.23)$$

$$\frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{1{,}4623} = 2{,}052 \cdot 10^{8} \text{ км/с} \qquad (2.24)$$

мұндағы: с – жарық жылдамдығы.
Толқындық кедергінің өзгеру шекарасы:

$$\frac{z_0}{n_1} = \frac{376{,}71}{1{,}4681} = 256{,}597 \text{ Ом} \qquad (2.25)$$

$$\frac{z_0}{n_2} = \frac{376,71}{1,4623} = 257,615 \text{ Ом} \qquad (2.26)$$

мұндағы: $z_0 = 376,71$ Ом –ауаның толқындық кедергісі.

2.4 Талшықтағы сәулеленудің таралуының сәулелік сараптамасы

Талшық осі бойымен таралатын сәулелер меридиональды деп аталады. Олардың таралуының сыни режимі келесі шартқа сәйкес келеді:

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (2.27)$$

$$\theta_c = \arcsin\theta_c$$

$$\sin\theta_c = \frac{1,4623}{1,4681} = 0,996$$

$$\theta_c = \arcsin 0,996 = 79,2^0$$

«Өзекше - қабықша» шекарасындағы толық ішкі шағылу жүзеге асады бұрыш төмендегідей болса:

$$\theta_c \le \theta \le \pi/2 \qquad (2.28)$$

Бұл (2.28) шартты қанағаттандыратын сәуле өзекше бойымен ирек-ирек траекториямен таралады. Толық ішкі шағылу кезінде жоғалтулар болмайтындықтан (2.28) шартын қанағаттандыратын сәулелер жиыны жарықтық сигналды ұзақ қашықтықтарға таратуды қамтамасыз ететіні айқын. Талшықта шексіз көп меридиональды қималар бар, олардың әрқайсысында бағыттауыш бұрышы θ_1 (талшықтың осі мен толқындық векторының арасындағы бұрыш) шегінде болатын көптеген меридиональды сәулелер таралуы мүмкін:

$$0 \le \theta_1 \le \pi/2 - \theta_c$$

Осылайша, талшықтың сыну көрсеткіші n_0 мөлдір ортамен қоршалған бүйіржағына оське θ_0 бұрышпен қандай да бір меридиональды жазықтықтан сәуле берсе, онда олардың талшықта толқындық таралу шартына θ_0 түсу бұрышына шектеу сәйкес келеді:

$$\theta_0 \le \arcsin\left(\frac{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}}{n_0}\right)^{1/2} \qquad (2.29)$$

Кіріс бүйіржағының шекарасындағы сыну үшін Снеллиус заңынан (2.30) өрнегін алу қиын емес:

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_0} \Rightarrow_0 n_0 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{\sin\theta_0} \qquad (2.30)$$

(2.28) шарты мен $\theta_{1c}+\theta_c = \pi/2$ қатынасы:

$$\sin\theta_1 = 90 - 79{,}2 = 10{,}8^0 = 0{,}128$$

$$n_0 = \frac{1{,}4681 \cdot 0{,}128}{0{,}13} = 1{,}41$$

Мәндерді (2.29) формуласына қоямыз.

$$\theta_0 \le \arcsin\sqrt{\frac{n_1^{\ 2} - n_2^{\ 2}}{n_0}} = \arcsin\sqrt{\frac{1{,}4681^2 - 1{,}4623^2}{1{,}41}} = 26^0$$

2.5 Беріліс сипаттамаларын есептеу

Жобаланатын ТОБЖ максималды дисперсиясын келесі формуламен анықтаймыз:

$$\tau_g\left(L_{pa}\right)_{max} = \left[\tau_g + 3 \cdot \delta\left(\tau_g\right)\right] \cdot \sqrt{0{,}65 \cdot L_{pa}} \text{ нс} \qquad (2.31)$$

мұндағы: L_{pa}=105 км –РА ұзындығы;
$\delta(\tau_g)$=0,15 нс/км.
Таратудың минималды жылдамдығы анықталады:

$$F_{min} = \frac{1}{\tau_g\left(L_{py}\right)_{max}} \text{ км/с} \qquad (2.32)$$

Жобаланатын ТОБЖ-дегі күтілетін жоғалтулар келесі формуламен анықталады:

$$\alpha_{L_{PA}} = \alpha \cdot L_{PA} + \alpha_M \cdot n + \alpha_{вх} + \alpha_{вых} + \delta(\alpha) \cdot \sqrt{n} + 2 \cdot \alpha_p + \alpha_3 \text{ дБ} \qquad (2.33)$$

мұндағы: α=0,22 дБ/км –кәбіл өшулігі;

$\alpha_м$=0,3 дБ;

n –муфталар саны;

$\alpha_{вх}$ – қабылдағышқа сәуле енуі кезіндегі жоғалтулар, 1 дБ;

$\delta(\alpha)\sqrt{n}$ – ОК құрылыс ұзындығында оптикалық талшықтың өшулігінің кездейсоқ ауытқулары салдарынан болатын желідегі қосымша өшуліктер ($\delta(\alpha)$=1, дБ);

$2\alpha_р$ = 2·0,5=1дБ –ТОБЖ қосқыштарындағы ошуліктер;

$\alpha_З$=3 дБ –уақыт бойынша сипаттамаларының нашарлауы;

$\alpha_{вых}$=10 дБ.

Муфталар санын келесі формуламен анықтаймыз:

$$n = \frac{L}{L_{стр}} - 1 \qquad (2.34)$$

$$n = \frac{105}{6} - 1 = 16 \text{ муфта}$$

мұндағы: L –РА ұзындығы (105 км);

$L_{стр}$ – құрылыс ұзындығы (6 км).

Жобаланатын ТОБЖ-дегі 1 км-ге келетін жоғалтулар:

$$\alpha_n = \frac{\alpha_{L_{ру}}}{L} \text{ дБ/км} \qquad (2.35)$$

мұндағы: L – РА ұзындығы (105 км).

Мәндерді (2.31) формуласына жобаланатын ТОБЖ дисперсиясының максималды мәнін анықтау үшін қоямыз:

$$\tau_g\left(L_{ру}\right)_{\max} = \left[9{,}525 \cdot 10^{-9} + 3 \cdot 0{,}15 \cdot 10^{-7}\right] \cdot \sqrt{0{,}65 \cdot 105} = 4{,}505 \cdot 10^{-7} \text{ нс}$$

(2.32) формуласы бойынша таратудың минималды жылдамдығын анықтаймыз :

$$F_{\min} = \frac{1}{4{,}973 \cdot 10^{-7}} = 2{,}22 \cdot 10^{6} \text{ км/с}$$

Жобаланатын ТОБЖ күтілетін жоғалтулар мәнін (2.33) формуласымен анықтаймыз:

$$\alpha_{L_{ру}} = 0{,}22 \cdot 105 + 0{,}3 \cdot 16 + 1 + 10 + 1 + 1 + 5 = 46 \text{ дБ}$$

(2.35) формуласынан жобаланатын ТОБЖ 1км-не келетін жоғалтуларды анықтаймыз:

$$\alpha_n = \frac{46}{105} = 0{,}438 \text{ дБ/км}$$

2.6 Қабылдағыш оптоэлектрондық модульдың сезгіштігін есептеу

Цифрлық қабылдағыш оптоэлектрондық модульдың сезгіштігін есептеу үшін келесі формула қоданылады:

$$P_{пор} = 2 \cdot g \cdot \Delta f \cdot Q \cdot \frac{M^X}{Si}\left[1 + \sqrt{(1+\beta)}\right] \text{ Вт} \qquad (2.36)$$

$$\frac{g \cdot I_T + 2 \cdot k \cdot T \cdot F_Ш / R}{M^{2+X} \cdot g^2 \cdot Q \cdot \Delta f} \qquad (2.37)$$

мұндағы: Q – қате функциясының аргументі;
$g=1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл – электрон заряды;
Іт –фотодиодтың қараңғылық тоғы;
$k=1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Вт/К·Гц –Больцмана тұрақтысы;
T=300 К – абсолютты температура;
R –фотодиод жүктемесінің кедерг/ісі;
M – көбейту коэффициент;
Δf – фотоқабылдағыштың өткізу жолағы;
Si –фотодиодтың монохроматикалық тоқтық сезгіштігі.
(2.37) формуласына мәндерді қойсақ:

$$\beta = \frac{(1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 4 / 50482)}{30^{2+1}(1{,}6 \cdot 10^{-19})^2 \cdot 6{,}36 \cdot 622 \cdot 10^6} =$$

$$= \frac{8 \cdot 10^{-28} + 0{,}0656 \cdot 10^{-23}}{30^3 \cdot 2{,}56 \cdot 10^{-38} \cdot 3955{,}92 \cdot 10^6} = \frac{65680}{303814{,}65} = 0{,}22$$

Алынған мәнді (2.36) формуласына қоямыз:

$$P_{пор} = 2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 622 \cdot 10^6 \cdot 6{,}36 \cdot \frac{30}{0{,}5}\left[1 + \sqrt{(1+0{,}22)}\right] = 1595026{,}944 \cdot 10^{-13} \text{ Вт}$$

Сезгіштік шамасын децибелмен өрнектеген орынды:

$$P_{пор} = 10\lg\left(\frac{P_{пор}}{1ммВ}\right) = 10\lg\frac{1595026{,}94\cdot 10^{-13}}{10^{-3}} = 10\lg 532941{,}5\cdot 10^{-10} = -38 \text{ дБ}$$

Энергетикалық қор:

$$Э = P_1 - P_{2min} \text{ дБ} \qquad (2.38)$$

мұндағы: P_1 – енгізілген қуат (–3-тен +2-ге дейін), Вт;
P_{2min} –сезгіштік шегі, дБ.

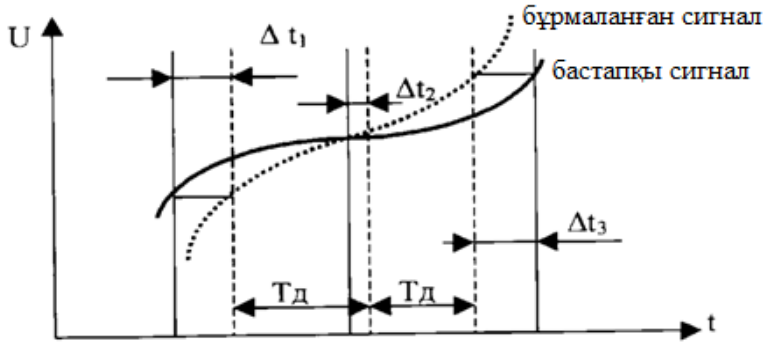
$Э_1 = -3 + 38 = 35$ дБ

$Э_2 = 0 + 38 = 38$ Дб

$Э_3 = 2 + 38 = 40$ дБ

2.7 Соңғы жабдықтың дискретизация шуын есептеу

Барлық ЦТЖ-де сигналды уақыт бойынша біркелкі дискретизациялау қолданылады, яғни $T_д$ үнемі периоды тұрақты дискретизация, ал ол периодтан ауытқу Δt_i сипаттамасы кездейсоқ болады. Бұл ауытқулар қабылданатын сигналдың формасының өзгеруіне әкеледі, ол дискретизация шуы деп аталатын кедергі ретінде қабылданады (2.1 сурет).



2.1 Сурет – Дискретизация периоды өзгерген кезде қабылданатын сигнал формасының өзгеруі

Сызықсыз регенераторлардың жұмысының дәлсіздігінен және тарату станциясының беруші генераторларының тұрақсыздығынан туындайтын төменгі жиілікті импульстің фазалық флуктуациясымен Δt_i мәні анықталады.

Негізгі цифрлық арна үшін дискретизация шуынан талап етілген қорғалуды анықтайық. Ол үшін негізгі цифрлық арнадағы барлық қайта қабылдаулардың санын анықтаймыз, тональды жиілік арнасы және цифрлық ағын үшін.

Дискретизация шуынан талап етілген қорғалуды анықтайық:

$$A_{З.ТР} = A_{З.ТР.МАКС} - 10 \cdot \lg(k_{ПП} + 1) = 52 - 10 \cdot \lg(k_{ПП} + 1) \text{ дБ} \qquad (2.39)$$

мұндағы: $A_{З.ТР}$ – негізгі цифрлық арна негізінде құрылған қайта қабылдаусыз арнадағы қорғалу;

$k_{ПП}$ – цифрлық ағынмен негізгі цифрлық арнаның барлық қайта қабылдауларының саны.

Мәндерді (2.39) формуласына қоямыз:

$$A_{З.ТР} = 52 - 10 \cdot \lg(4 + 1) = 52 - 6{,}98 = 45{,}02 \text{ дБ}$$

Негізгі цифрлық арна негізінде құрылған тональды жиілік арнасында Δt_i шекті шамасы 810 нс аспау керек. Бұл тональды жиілік арнасының $A_{ЗД}$ = 34 дБ дискретизация шуынан минималды ұйғарынды қорғалуына сәйкес келеді. Бірақ біріншілік желінің негізгі цифрлық арнасында 59 қайта қабылдауға дейін бар, олардың қатарына абоненттік аумақтардағы екі мүмкін қайта қабылдауды қосуға болады. Сондықтан $A_{З.ТР.МАКС}$ 52 дБ-ден кем емес болу керек.

Берілген негізгі цифрлық арна үшін барлық аумақтың генераторлық жабдығының салыстырмалы тұрақсыздығының қосындысының квадратын анықтайық:

$$a_{\Sigma} = \sqrt{(1{,}5 \cdot 10^{-5})^2} = 1{,}5 \cdot 10^{-5} \text{ дБ}$$

Негізгі цифрлық арна жеке аумағындағы $b_д$ төменгі жиілікті фазалық флуктуация әсерінен ауытқудың ұйғарынды салыстырмалы шамасын анықтаймыз. Барлық аумақ үшін $b_д$ шамасын бірдей деп қабылдаймыз:

$$b_д \le \sqrt{\frac{10^{-0{,}1A_{З.ТР}} / \pi^2 - a_{\Sigma}^{\ 2}}{(k_{ПП} + 1)}} \text{ дБ} \qquad (2.40)$$

Мәндерді (2.40) формуласына қоямыз:

$$b_д \le \sqrt{\frac{10^{-0,1\cdot 42,02} / 3,14^2 - \left(1,5\cdot 10^{-5}\right)^2}{(4+1)}} = 1,3\cdot 10^{-4} \text{ дБ}$$

Дискретизация жиілігі $f_д$ = 8 кГц желілік тракттегі импульстің фазалық флуктуациясының $B_{фф}$ салыстырмалы шамасын $b_д$ шамасы арқылы табамыз. Аумақта тактілік жиілігі f_T =2,5 ГГц SMA–1 цифрлық тарату жүйесі қолданылады.

Салыстырмалы фазалық флуктуация шамасын келесі формуламен анықтаймыз:

$$B_{ФФ} = \frac{f_T}{f_д} \cdot b_д \qquad (2.41)$$

мұндағы: $f_д$ – дискретизация жиілігі (8 кГц).

$$B_{ФФ} = \frac{2,5\cdot 10^9}{8} \cdot 1,3\cdot 10^{-4} = 4,06\cdot 10^4$$

2.8 Соңғы жабдықтың бос арналарының шуын есептеу

Кодер кірісінде кіріс телефон сигналдары болмаған жағлайды әлсіз кедергілер әсер етеді, оларға өзіндік шулар, өтпелі шулар және қабылдап-таратқыштарды басқаратын нашар басылған импульс қалдықтары жатады. Егер кодердің сипаттамасы түйіндері мен қоректендіретін кернеуінің сипаттамаларының тұрақсыздығынан сол кіріс сигналының деңгейі кодер шешімінің деңгейімен сәйкес келетіндей аралас болса, онда амплитудас қаншалықты аз кедергі болса да нолден өзге кодалық комбинацияның пайда блуна әкеп соғады. Бұл жағдайда декодердің кіріс сигналы тікбұрышты $\Delta U_н$ шамасы бар(кванттау қадамының минималды қадамы) және нолден өту моменті кездейсоқ импульс түрінде болады.

Бұл шулардың жүктемесі 600 Ом ТНОУ салыстырмалы деңгейі болатын нүктедегі псофометриялық қуаты келесі формуламен анықталады

$$P_{ПС} = (\Delta U_н / 2)^2 \cdot K_п^2 \left[2\cdot \Delta F \cdot 10^{-12} / (600 f_д)\right] \text{ Вт} \qquad (2.42)$$

мұндағы: $\Delta U_н$ – бірқалыпты кванттау кезіндегі минималды қадам, бірқалыпты кванттау кезінде минималды қадамды $\Delta U_р$ шамасына ауыстыру керек;

$\Delta U_р$ – бірқалыпты кванттау кезіндегі қадам шамасы;

$K_п$ – псофометрия коэффициенті (0,75);

ΔF –ТЖ арнасының жолағы (3,1 кГц);

$f_д$ –дискретизация жиілігі (8 кГц).

Кванттау қадамының шамасы келесі формуламен анықталады:

$$\Delta U_К = \frac{2 \cdot U_{ОГР}}{N_{КВ}} В \qquad (2.43)$$

мұндағы: $N_{КВ}$ –кванттау қадамының саны, $N_{кв} = 2^{m_р}$.

Минималды қорғалуды қамтамасыз ету үшін кодалық топтың разрядтылығын 13-ке тең деп алу қажет.

$$N_{кв} = 2^{13} = 8192$$

Шектеу керенуін анықтаймыз. Кодер конструкциясы әдетте шектеу кернеуі сигналдың максималды кернеуіне сәйкес келетіндей жасалады, яғни:

$$U_{огр} = U_{макс} = 0{,}7746 \cdot 10^{0{,}005 p_{макс}} = 0{,}7746 \cdot 10^{0{,}053} = 1{,}0942\, B$$

мұндағы: $p_{макс}$ – МСЭ рекомендациясы бойынша ЦТЖ үшін 3 дБм тең деп алу керек.

Мәндерді (2.43) формуласына қоя отырып кванттау қадамы шамасы тең болады:

$$\Delta U_К = \frac{2 \cdot 1{,}094}{8192} = 0{,}27 \text{ В}$$

Бос арналардың псофометриялық қуатын (2.42) формуласымене септейміз:

$$P_{ПС} = \left(\frac{0{,}27 \cdot 10^{-3}}{2}\right) \cdot 0{,}75^2 \cdot \left[\frac{2 \cdot 3{,}1 \cdot 10^{-12}}{600 \cdot 8 \cdot 10^3}\right] = 13 \cdot 10^{-10} \text{ Вт}$$

Бос арнаның шуының бірқалыпты емес кванттау кезіндеггі шамасын анықтайық. Сызықсыз кодтау кезіндегі кванттау қадамы келесі формуламен анықталады:

$$\Delta U_н = 2^{-11} \cdot U_{огр} = 2^{-11} \cdot 1{,}0942 = 0{,}53 \text{ мВ}$$

$\Delta U_н = 0{,}53$ болған кездегі шу қуатын (2.42) формуламен анықтаймыз:

$$P_{ПС} = \left(\frac{0{,}53 \cdot 10^{-3}}{2}\right) \cdot 0{,}75^2 \cdot \left[\frac{2 \cdot 3{,}1 \cdot 10^{-12}}{600 \cdot 8 \cdot 10^3}\right] = 5 \cdot 10^{-24} \quad Вт$$

Шамасы аз болса да бос арналардың шулары абоненттерге сезіледі, себебі таратылатын сигналдармен олардың бүркелуіболмайды.

МСЭ рекомендациясы бойынша бос арналардың шының қуаты 320 пВтОп аспау қажет немесе олардың деңгейі 65 дБмОп аспау керек. Есептеулерден ос арналардың шуларының қуаты шекті мәннен аспайтындығы анықталды.

2.9 Сенімділікті есептеу

SDH желісін жобалау кезінде олардың сенімдлігінжәне өміршеңдігін қамтамасыз ету маңызды. SDH аппаратурасы өздігінен десенімді. Сонымен қатар енггізілген бақылау мен басқару құралдары қателіктерді анықтауды жеңілдетеді, жеделдетеді және резервті сыйымдылыққа ауысуды қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақыттағы экономикалық шарттарда байланыс саласындағы сенімділік мәселесі маңызды болып келе жатыр, себебі бұл байланыс кәсіпорындарының да, олардың қызметтерін тұтынатын тұтынушылардың да экономикалық көрсеткіштеріне әсер етеді. Техникалық құралдардың жұмыс істей алмауы салдарынан қызметтерді ұсынудан бас тарту жіберілген кіріс, тіпті кей жағдайларда қлданушы тарапынан түсетін штрафтық санкция салдарынан келген шығындар.

Е.862 Байланыс желісін сенімді жобалау рекомендациясында байланыс желісін жобалау кезінде сенімділік салдарынан байланыс администтрациясына да, тұтынушыға да келетін экономикалық шығындарды ескеру керектігін көрсетеді.

Өткен жылдары мемлекетте байланыс құралдарының сенімділігіне қажетті көңіл аударылмады. Негізінен мемлекеттік аппарат, ведомствалар мен минстрліктерді сапалы байланыспен қамтамасыз етуге көңіл бөлінді. Халық шаруашылығының, жеке тұтынушылардың қызығушылығы нашар ескерілді.

Сонымен қатар, байланыс саласындағы сенімділікті нормалау қажетті деңгейде осы саладағы халықаралық ұйымдармен келістірілген жоқ. Қазіргі уақытта халықаралық ақпарат алмасудың көбеюіне, яғни елмізде шетелдік фирмалардың және біріккен кәсіпорындардың көптеп пайда болуына байланысты отандық нормативтік құжаттар халықаралық құжаттармен сәйкестендірілуі қажет, кей жағдайларда нормативті құжат ретінде халықаралық стандарттар, ережелер, нормалар мен рекомендацияларды қолданылуы қажет.

Типтік физикалық тізбек, типтік тарату арналарының және желілік тракттардың жиынтығы болып табылатын біріншілік желі желілік түйін, желілік станция, соңғы құрылғы және оларды байланыстыратын тарату линиясының негізінде құрылған. Ол ақпаратты таратуға, екіншілік желіні және басқа тұтынушыларды арналармен, тракттармен қамтамасыз еттуге тағайындалған.

Біріншілік желінің сенімділігі – уақыт бойынша типтік физикалық тізбек, типтік тарату арналарының және желілік тракттардың техникалық қызмет көрсетуінің, қолданылуының берілген шарттары мен режимдерімдерінде электрбайланыс сигналдарын таратуға қабілеттілігін сипаттайтын параметрлерін орнатылған шекте сақталуын қамтамасыз ете алуы.

Оптикалық кәбілдік магистральдың техникалық қызмет көрсетуінің негізгі мақсаты байланыс арналарының және тракттарының үзіліссіз әрі сапалы жұмыс істеуін қамтамасыз ету. Бұл тапсырма ТОБЖ бұзылуына, ақпаратты тарату сапасының нашарлауына және арна, жекелеген тракт бөлігінде байланыстың үзілуіне немесе ТОБЖ арқылы байланыстың тлықтай үзілуіне әкеп соғатын дестабилизациялаушы факторлардың әсер ету шартында шешіледі.

ТОБЖ жұмыс істеуінің тоқтауы мен ақаулардың пайда болуы уақыт бойынша кездейсоқ процесс түрінде кез-келген сәтте болуы мүмкін. ТОБЖ жұмыс істеу сапасын бағалаудың параметрлерінің бірі болып бір жылға 100 км трасса ұзындығына келетін m қателіктер тығыздығы табылады:

$$m = \frac{100 \cdot N}{k \cdot L} \qquad (2.50)$$

мұндағы: N – ұзындығы;

L – км ТОБЖ;

k – жылдағы қателіктер саны.

Қателіктер тығыздығынан басқа ТОБЖ жұмысыныг сапасы мен эффективтілігінің сипаттамасы бұзылуинтенсивтілігі болып табылады, ол ТОБЖ-ның 1 км трассасының 1 сағаттағы бұзылулардыңорташа тығыздығымен анықталады:

$$M = \frac{m}{100 \cdot 8760} \qquad (2.51)$$

мұндағы: 8760 –бір жылдағы сағаттар саны;

100 – m мәні анықталатын трасса ұзындығы.

Ұзындығы L км біртипті ТОБЖ үшін эксплуатациялаудың тұрақты шарттарында бұзылуағынының интенсивтілігі келесі формуламен анықталады:

$$\lambda = M \cdot L \qquad (2.52)$$

Бұзылу арасындағы орташа уақыт келесі формуламен анықталады:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda - T_в} \qquad (2.53)$$

мұндағы: $T_в$ – ТОБЖ барлық ұзындығы үшін қалпына келудің орташа уақыты.

Эксплуатациялау шарттары салыстырмалы жеңіл райондарда ТОБЖ қалпына келтіру уақытын 4-5 сағат шамасында деп алуға болады. Кәдімгі кәбіл магистраліне ұқсас t уақыттағы безотказной жұмыс ықтималдығы По кәбілдік магистральмен ұқсастырып t уақыттағы безотказной жұмыс ықтималдығы көрсеткіш функциямен анықталады:

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} \qquad (2.54)$$

Бұл шаманың үлестіру тығыздығы Пуассон заңына бағынады:

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \qquad (2.55)$$

Дайындық коэффициенті ТОБЖ тағайындалуы бойынша қолданылуы мүмкін уақыт бөлігімен ангықталады, басқа сөзбен айтқанда тағайындалуы бойынша қолданылмайтын жоспарланған периодтан басқа уақыттың еркін моментінде ТОБЖ-ның жұмыс жағдайында болу ықтималдығы. Осылайша, дайындық коэффициенті T_0 тоқтаусыз жұмыс уақытының ТОБЖ-ны жалпы қолдану уақытына қатынасына тең, сол эксплуатациялау периоды үшін $t_в$ қайта қалпына келу уақытын қоса есептегенде.

Дайындық коэффициенті келесі формуламенг анықталады:

$$K_г = \frac{T_0}{T_0 + t_в} \qquad (2.56)$$

Жалпы сенімділік анықталады формуламен:

$$H = \Phi(t) \cdot K_г \qquad (2.57)$$

ТОБЖ пайдалану ұзақтығы жөнінде тәжірибелік мәліметтердің болмауына байланысты қарапайым кәбілдік магистраль үшін орташа мәндерін қолдануға болады. Бұл ұсыныс бұзылулардың пайда болуының негізгі себебінің ұқсастығынан негізделген. Бұл екі түрлі магистральдарда

бұзылулар сыртқы әсерлер салдарынан немесе ішкі себептерден болуы мүмкін, олардың статистикалық сипаттамалары:

– жер қазу жұмыстары кезіндегі механикалық зақымданулар– 61%;

– құрылыс және эксплуатациялау кезіндегі ққателіктер – 9%;

– найзағай – 17%;

– басқа себептер – 6%.

SMA–1 жабдығына кіріктірілген резервтеу және өздігінен қайта қалпына келу функциялары: желеілік трактты резервтеу, қоректендіру блогы мен коммутациялық өрісті, коммуникациялық басқару модулін резервтеу, таратылған қоректендіру ИКМ және кәдімгі магистральмен салыстырғанда SDH тарату жүйесінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бұзылулардың орташа статистикалық саны кәдімгі магистраль үшін 15 жылда 1,7, ал ТОБЖ үшін 1,1 тең деп жобалауға болады.

Жоғарыда келтірілген формулалардан табамыз (Б қосымшада көрсетілген).

Қателіктер тығыздығы:

$$m = \frac{100 \cdot 1{,}1}{15 \cdot 30} = 0{,}055$$

Бұзылулар интенсивтігі:

$$M = \frac{5{,}5 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 8760} = 6{,}279 \times 10^{-6}$$

Бұзылулар ағынының интенсивтігі:

$$\lambda = 6{,}279 \cdot 10^{-6} \cdot 133 = 8{,}371 \cdot 10^{-6}$$

Бұзылулар арасындағы орташа уақыт:

$$T_0 = \frac{1}{8{,}371 \cdot 10^{-6} - 4} = 2{,}28 \cdot 10^{5} \text{ сағ}$$

t уақыт ішіндегі тоқтаусыз жұмыс ықтималдығы:

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 0} = 1$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 0{,}999991$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 0,999983$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 4} = 0,999966$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 6} = 0,999949$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 8} = 0,999933$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = 0,999916$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 12} = 0,999899$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 15} = 0,999874$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 18} = 0,999849$$

$$\Phi(t) = e^{-\lambda t} = e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 20} = 0,999832$$

Көрсеткіш функцияның тарату тығыздығы Пуассон заңына бағынады:

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 0} = 8,3714 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 8,3713 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 8,3712 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 4} = 8,3711 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 6} = 8,3710 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 8} = 8,3708 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8,37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8,37 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = 8,3707 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 12} = 8{,}3705 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 15} = 8{,}3703 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 18} = 8{,}3701 \times 10^{-6}$$

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = 8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-8{,}37 \cdot 10^{-6} \cdot 20} = 8{,}3699 \times 10^{-6}$$

Дайындық коэффициенті:

$$K_г = \frac{2{,}28 \cdot 10^5}{2{,}28 \cdot 10^5 + 4} = 0{,}999982$$

Ф(t)=1 болғандағы жалпы сенімділік:

$$H = 1 \cdot 0{,}999982 = 0{,}999982$$

2.10 Электр қуатын есептеу

Электрмен қуатталатын қондырғыларды есептеу, ережесінде аккумуляторлы батареяларды таңдау мен есептеуден басталады, сонан соң түзеткіш және байланыстыратын қондырғыларды таңдап және есептеп шығарады.

Аккумуляторлы батареяларды таңдауды және есептеуді шығарайық.

Әрбір аккумуляторлы батареяның атаулы сыйымдылығы А·с СК сериясындағы қорғасындықышқылды аккумуляторлар үшін төмендегі формула бойынша анықталады:

$$Q = \frac{I_{AB} \cdot t_P}{\eta_q \cdot (1 + 0{,}008 \cdot (t - 25))} \qquad (2.58)$$

мұндағы: η_q – аккумуляторлар разрядының қарқындылығынан тәуелді келетін сыйымдылықты іріктеу коэффициенті;

t_P – батарея разрядының уақыты (0,5÷3 с);

t – разряд кезіндегі электролиттың төменгі температурасы жайдың температурасына тең қабылданады $T_П$ (+15 ^{0}С).

Сонымен, коэффициент $1 + 0{,}008(t - 25)$. Тәжірибелік есептерде жиі 0,9 тең етіп қабылдай отырып, орташалайды. Сонда:

– үш сағаттық разряд үшін:

$$Q = \frac{I_{АВ} \cdot t_Р}{0{,}9 \cdot 0{,}75} = \frac{I_{АВ} \cdot 3}{0{,}9 \cdot 0{,}75} = 4{,}45 \cdot I_{АВ}$$

Желілік-апараттар залында апаттық жарықтандыруды электрқуаттауға арналған тогын анықтайық:

$$I_{АВ} = \frac{P \cdot S}{U} A \qquad (2.59)$$

мұндағы: U – апаттық жарықтандыру кезіндегі кернеу (48 ÷60 В);
S – желілік-аппараттар залының аумағы (100 м^2);
P – қуаты (2 Вт на 1 м^2).
Мәндерді (2.59) формулаға қойсақ:

$$I_{АВ} = \frac{2 \cdot 100}{48} = 4{,}16 \ A$$

Тұрақты қышқылды аккумуляторлардың атаулық нөмірін мына формула бойынша есептеп шығарамыз:

$$N_{АК} = \frac{Q}{\Delta q} \qquad (2.60)$$

$$N_{АК} = \frac{18{,}51}{36} \approx 1$$

мұндағы: Δq – аккумулятордың бір атаулы нөмірінің меншікті сыйымдылығы;
С тұрпатындағы аккумуляторлар үшін СК Δq=36.
Сол бір және өзге кернеудегі аккумуляторлы батареядағы жоғары ұйғарынды $n_{макс}$ және төменгі қажетті $n_{мин}$ элементтер санын айқындайық.
Аккумулятор элементтерінің жоғары ұйғарынды саны:

$$n_{МАКС} = \frac{U_{МАКС} + U_К}{2 \cdot U_Б} \qquad (2.61)$$

мұндағы: $U_{МАКС}$ – тұтынушыдағы жоғарғы ұйғарынды кернеуі (60 В);
$U_К$ – тұтынушыдағы төменгі кернеу (48 В);
$U_Б$ – элементке аралық кернеуі (2,3 В).
(2.61) формула бойынша элементтердің жоғарғы ұйғарынды санын анықтаймыз:

$$n_{МАКС} = \frac{60+48}{2 \cdot 2{,}3} = 24 \text{ элементтер}$$

Аккумуляторлар элементтерінің төменгі ұйғарынды саны:

$$n_{МИН} = \frac{U_{МИН} + \Delta U}{U_P} \qquad (2.62)$$

мұндағы: $U_{МИН}$ – аппаратурының (48 В) ернеуіндегі төменгі ұйғарынды кернеу;

ΔU – токты таратын желідегі кернеудің түсуі (3%);

U_P – разряд кернеуі (1,75÷1,78 В).

(2.62) формуласына мәндерді қоя отырып, аккумулятордың төменгі ұйғарынды санын білетін боламыз:

$$n_{МИН} = \frac{48+3}{1{,}75} = 30 \text{ элементтер}$$

Қосымша элементтер саны:

$$n_{ДЭ} = n_{МИН} - n_{МАКС} = 30 - 24 = 6 \text{ элементтер} \qquad (2.63)$$

Түзеткіш қандырғылардың тогын, қуатын және санын айқындау үшінқорғасынқышқылды аккумуляторлық батареяларына арналған резервтік немесе зарядты түзеткіш қандырғының тогын мына формула бойынша айқындау мүмкінді:

$$I_{0.ЗАР} = i_з \cdot N \cdot n_Б \text{ А} \qquad (2.64)$$

мұндағы: $i_з$ – үш сағаттық режимдегі разрядталатын батареялар үшін қабылданатын батареяның бір ғана индексті нөміріндегі зарядты тогы (2 А);

N –қабылданған аккумуляторлардың индексті нөмірі;

$n_Б$ – жалпылама зарядты немесе резервтік түзеткіш қондырғылардан зарядталатын аккумуляторлы батарея топтарының саны.

Мәндерді (2.64) айқындамасына қойып аламыз:

$$I_{0.ЗАР} = 2 \cdot 1 \cdot 2 = 4 \text{ А}$$

Аралық режимдегі тұтынатын ЭПУ қуаты:

$$P_{ЗАР.1} = \frac{I_{АВ} \cdot N \cdot n_{МАКС} \cdot \Delta U_{Б}}{\eta_{В} \cdot 10^{3}} \text{ Вт} \qquad (2.65)$$

мұндағы: $\Delta U_{Б}$ – бір элементке (қорғасындықышқылдылар 2,2 В);) арналған аралық кернеу;

(2.65) формула бойынша аралық режимдегі тұтынатын ЭПУ қуатын айқындаймыз:

$$P_{ЗАР.1} = \frac{4{,}16 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 2{,}2}{0{,}7 \cdot 10^{3}} = 3{,}1 \text{ кВт}$$

Апаттан кейінгі заряд қуаты мына формула бойынша анықталады:

$$P_{ЗАР.2} = \frac{i_{З} \cdot N \cdot n_{МИН} \cdot \Delta U_{З}}{\eta_{В} \cdot 10^{3}} \text{ кВт} \qquad (2.66)$$

мұндағы: $\Delta U_{З}$ – бір аккумулятордың (қорғасындықышқылдылар үшін 2,3 В); соңғы зарядты кернеуі.

(2.66) формуласы бойынша апаттан кейінгі заряд қуатын айқындаймыз:

$$P_{ЗАР.2} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 2{,}3}{0{,}7 \cdot 10^{3}} = 1{,}9 \text{ кВт}$$

Желіден тұтынылатын толық қуат:

$$\sum P = P_{ЗАР.1} + P_{ЗАР.2} = 3{,}1 + 1{,}9 = 5 \text{ кВт} \qquad (2.67)$$

Мультиплекциялау жабдықтарына арналған электрмен қуатталатын қондырғылар есебі.

Байланыс операторлары алдында тұрған мәнді проблема телекоммуникациалық жабдықтарды мықты және үзіліссіз электрмен қуаттануын қамтамасыз ету болып табылады.

Бақылау және басқару проблемаларын шешу үшін микробақылаушыларды пайдаланамыз.

Қабылданған техникалық шешімдерге сүйене отырып, кіші және орта қуаттылықтағы СБЭ әзірленіп шығарылды. Оның құрамына: N+1 тәсімі бойынша модульды қағидада құрылған түзеткіш жүйе (ТЖ) (220/380 В ауыспалы кернеуді шығатын жердегі талап етілетін сипатталармен тұрақтыға қайта құрайды) және оған қосылған аккумуляторлы батареялар кіреді.

СВ автоматтандыралған және батареялармен, сондай-ақ оларсыз үздіксіз жұмысқа арналған,және 60, 48 немесе 24 В тұрақты кернеудің стандартты мәнін береді.

СВ 600х810х400 үлкен ауқымды өлшемдегі шкаф түрінде көркемделген. Оны аккумуляторлы батареямен жинақта тапсырыс беру кезінде соңғысы осыған ұқсас өлшемдегі батареялы шкафқа орнатылады.

СВ шкафы функционалды түрде екі бөлікке бөлінген. Жоғарысында тарату панелі, бақылау және басқару блогы және терең разрядтағы реле орналасқан. Төменгі жағында түзеткіш модульдар орнатылады.

Тарату панелі жүйені тұтынатындармен және аккумуляторлы батареялармен біріктіреді. Мұнан басқа онда сондай-ақ терең разрядтағы реле орналасқан.

Бақылау және басқару блогы (барлық СВ-да орнатылады) барлық фидерлер бойынша ток, батарея және әр модульді тогы секілді жүйе параметрлері мәнін, батареялар кернеуі мен температурасын, салмақ және терминал тогын, жұмыс режимін өлшейді және көрсетеді.

Бақылау және басқару блогы СВ алдыңғы бөлігінде орнатылған индикаторлы панельден және жүйе блогынан тұрады. Индикаторлы панель сұйық кристалды дисплейді және сегіз клавишалардағы пернетақталарын құрастырады. Жүйе блогының құрамына коммутация платасы, флэш-жадысы бар өлшегіш, кернеуді қайта құрағыш кіреді.

Бүкіл басқарылатын жүйенің мықтылығын арттыру мақсатымен, микробақылағыштар аралығына ақпарат берген кезінде, түйіншек код негізінде кодтау алгоритмі пайдалынады. Бұдан басқа, бақылау блогы және басқару төмендегідей қызметтер атқарады:

– оның жүйедегі жағдайы және ақаулары жайлы дабыл береді;

– аккумулятор батареялерінің зарядын басқарады (жылдамдатылған заряд, батарея температурасын есепке алумен пайдалану заряды) және пернетақтаның көмегімен автоматты немесе қолмен енгізу арқылы режимнен режимге ауысуға мүмкіндік береді;

– түзуленетін модульдердің қызмет мерзімін ұзарту арқылы, жұмыс істеп тұрған барлық модульдердің қуатын тепе-тең таратуды жүргізеді.

Терең тоғынан айырылу релесі (РГР) аккумулятор батареяларын терең разрядтан оның қызмет мерзімін ұлғайта отырып сақтайды. Реле құрамына элетронды түйін және 220 А тогына дейінгі контактор кіреді. Өшіру кернеуі электронды түйінмен беріледі және тапсырыс берушімен ескеріледі .

Түзеткіш модульдері (ТМ) үш түрлі нұсқаларда дайындалады: 24 В 25 А, 48 В 20 А, 60 В 15 А. Түзеткіштер қажетті деңгейдегі шығарылу кернеуіндегі желіге қуат беретін энергияның импульсты қайта құрылу технологиясымен жасалады. Модульдер СВ құрамында қызмет жасауға арналған, бірақ оларды басқа да құрылғыларға қуат беруге арналған дербес элементтер ретінде қолдануға болады. Шығу кернеуі желі мен ток салмағы кіру кернеуінің ұйғарынды барлық өзгеру диапазонында қолданады.

Барлық түзеткіш модульдерде күштің корректоры болады және ол бірнеше тәсілмен ұйғарынды кезеңдер шегінен желі кернеуінің шығуынан қорғайды. Түзеткіштің сыртқы автоматты сөндіргіш көмегімен кіру тогынан қорғалуы бар. Түзеткіштердің шығуы шамадан артық күштен сақталған. Кернеу мен ток бойынша жылдам электронды қорғаныстар орнатылған. (Уақыты шектелмеген) айқас тұйықталудан қорғаныс бар.

Қоршаған ортаның температурасы жоғарылауы жағдайында, ТМ автоматты түрде өшіріледі және модульдің ішінде қажетті температура режимдерінің қалпына келгенінен кейін автоматты түрде қосылады.

Модульды құрылысының арқасында жүйе түрлі қажеттіліктерге оңай сіңіседі және қолданыстан өшіру қажетінсіз ТМ-ды ауыстыру мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Электр энергиясын берудегі қысқа уақытты үзіліс, отырып қалу немесе жарқылдау миллиардтаған шығындарға, қажетті ақпараттардың жоғалуына, мәліметтердің бұзылуына және қайтарылмас моральді шығындарға ұшыратуы мүмкін. Сондықтан телеком- немесе датаком- құрылғыларының қуаттың тоқтауына қарсы байланыс түйіні «алты ондық»-тан кем емес деңгейде электр қуатының мықтылығын қажет етеді. Мұндай мықтылық тұрақты ток жүйесінің қолданысын ғана емес, оның қайта есептелуінің қажетті принциптерінің сақталуын да қажет етеді.

Жалпы түрде бұл процедура өзіне түзеткіштердің нақты санын, аккумулятор батареяларының сыйымдылықтарын, батарея кабельдерінің түрлері мен қималарын, батарея қорғанысының атаулы ток жүйесінің тіркеуін ағытатын жүйелерді, таратқыш автоматтар немесе сақтандырғыштардың түрлері мен атаулардың таңдауын және де салмақ кабелінің қимасын қосады. Қосымша, жүйелерді қайта есептеу кезінде жүйенің конструкциялық таратып үлестіру (автономды түрде шкафта немесе стативке енгізілетін құрылғыда), нүктелі немесе таратылған, еденге жоғарғы салмақ түсіру есебінің талабымен батарея сөрелерінің конфигурациясы және де жергілікті немесе қашықтықтан басқару талабына назар аударылуы мүмкін.

Қуат жүйесі конфигурациясын қайта есептеу түзеткіштердің нақты санын айқындаудан басталады.

Арна құрағыш аппаратты қуаттандыру үшін 48 В кернеуді аламыз.

$N_{түзет}$. түзеткіштердің санын қайта есептеу үшін салмақтың қолданылатын күшін Рсалм бір түзеткіштің күшіне $P_{түзет}$. бөліп, бүтіннен алынған нәтижені үлкен жағына дөңгелектендіру қажет:

$$N_{түзет\ салм} = P_{салм}/P_{түзет} \qquad (2.68)$$

Салмақтың күшін айқындау кезінде инверторлар (тұрақты токты тұрақсыз токқа қайта өзгертетіндер) секілді тұтынушыларды, қосымша DC/DC конверторларды, резервті жарық беру жүйесін, т.б. өндіруді естен

шығармау керек. Инверторлар күші В (вольт-амперде) өлшенеді және қуаттың күшін есептегенде оны Вт күші ретінде ескеруге болады (мысалы, 1000 ВА инверторы 1000 Вт салмақ эквивалентін иеленеді).

$$P_{инв} = P \qquad (2.69)$$

DC/DC конверторлардың қуатын есептеу үшін олардың Вт атаулы күшін заманауи конверторларда кішкене күш (700 Вт-қа дейін) 0,8-0,9 құрайтын ПӘК-ке бөлу қажет:

Аккумулятор батареяларының сыйымдылығы гальваникалық элементке сәйкес 1,8 В соңғы кернеуге дейінгі 20-25°С температурадағы тұрақты күшпен (немесе тогымен) 10-сағаттық разряд шартынан айқындалады.

48 Вт батарейлердің бір тобы 24 гальваникалық элементтерін иеленеді, ал бір батарея + 24 В – 12. Егер Nбат батарей тобын пайдалану жайлы шешім қабылданса, онда 48 В-қа сәйкес келетін 2 В гальваникалық элементтер саны $N_{гэ}$ = 24 Мбат-қа тең келеді.

Салмақ күші 1500 Вт/48 В, сақтау уақыты 4 сағ.

Батареялар тобының саны 2-ге тең деп алсақ, элементке сәйкес салыстырмалы күш:

$$P_{гэ} = P_{куат} / N_{гэ} \qquad (2.70)$$

$P_{гэ}$ =1500/(24–2) = 31,25 Вт/г.э. тең болады.

Г.э.-ке сәйкес 1,8 В кернеуге дейінгі тұрақты күші бар разряд кестесі бойынша , мысалы, 80 Ач сыйымдылығымен Oerikon Compact Power – 6CP80 типі батареясы үшін, аламыз. Мұндай жағдайда батарея әрбір тобында кезектесіп байланысқан 8 алты вольттық моноблоктары бар, барлығы 6CP80 типті 16 блок, екі параллельді байланысқан топтардан тұрады. Батареяның жалпы сыйымдылығы 160 Ач құрайды.

«Ампер-сағат» тәсілін қолданғанда, біз 120 Ач нәтиже алар едік, себебі 50 В бөлінген 1500 Вт, 4 сағатқа көбейтілген 30 А қуат күшін = 120 Ач береді. Көрініп тұрғандай, түзету коэффициентін қолданбай, бұл тәсілмен абайлап қолдану керек.

Қажетті батарея сыйымдылығы табылғаннан кейін, берілген уақыт ішінде батареяның қайта зарядталуына қажетті біздің қуат жүйесі күшінің жеткіліктілігін бағалау керек. Әдетте бұл уақыт 10 сағ құрайды, бірақ нақты объектінің талаптарына байланысты аз уақытты да құрауы мүмкін. Атаулы сыйымдылығынан 0,8 – 0,9 кезеңіне дейін қайта зарядтау уақытын дәл табуға болады, себебі бұл жерде «ампер-сағат» ережесі «жұмыс істейді», яғни сыйымдылықтан ток зарядының сызықтық тәуелділігі. Толығымен зарядты батарея бірнеше тәулікте жинайды. Батареяның қайта зарядтау уақытын

бағалау тәсілі былай түсіндіріледі. Алынған Nтүзет. түзеткіштер саны бір Ртүзет. түзеткіштің күшіне көбейтіледі және алынған жалпы жүйе күшінен Р салмақ күші азайтылады. Алынған айырмашылық қуат жүйесінің минимальды кернеуіне бөледі (мысалы, 43,2 В), бұдан Lax тогының максимальды үлкендігі шығады. Батареяның жалпы атаулы сыйымдылығының мәні (Ач-да) 0,8 көбейтіледі және Imax мәніне бөлінеді. Нәтижесінде батареяның қайта зарядталу бағдарлану уақыты шығады. Егер алынған уақыт 10 сағаттан асып тұрса, бірнеше түзеткіштерді қосу керек.

Келесі қадам батареяның терең разрядталудан қорғану жүйесін есептеу болып табылады.

Есептеу процедурасы мынаған саяды. Алдымен ең жоғарғы ток салмағы салмақ күшін $P_{салм}$ ең төменгі кернеуге бөлу арқылы анықталады.

$$U_{min\ bat}: l_{max} = P_{сал} / U_{minbat} \qquad (2.71)$$

Кернеу U_{minbat} батареядағы гальваникалық элементтердің саны (48 батареяға – 24 дана) және разрядтың элементке қатысты соңғы кернеу (әдетте 1,8 В), яғни 24х1,8 = 43,0 В саналады.

Әрі қарай жүйенің ең жоғарғы тогын минус 1 батареялар тобының (яғни бір ғана сөндірілген топты ескере отырып) санына бөліп, «ең нашар жағдай» үшін бір батарея арқылы ең жоғарғы ток алу керек.

$$I_{maxbat} = I_{max} / (N_{бат} – 1) \qquad (2.72)$$

Алынған lmax bat нәижесін 0,8-ге (салмақ коэффициенті) бөлу арқылы біз батареяның қорғаныс жүйесінің ең төменгі мәнін аламыз: $l_{batprotect}= l_{maxbat}/ 0,8$.

Менің жағдайымда салмақ күші 1500 Вт/48В тең, сақтау уақыты 4 сағ.

Әрбірі 80 Ач-дан екі топтан тұратын 160 Ач Аккумулятор батареясының сыйымдылығы.

Батареялар зарядының режиміндегі максимальды ток жүйесі:

L_{ax} =1500/43,2 = 34,7 А

Өшірілген бір батареяны ескере отырып, бір батарея арқылы ең жоғарғы ток:

l_{maxbat}=34,7/(2–1) = 37,7А

Батареяның көрғаныс блогының ең төменгі тогы:

$I_{bat\ protect}$ =37,7/0,8 = 43,4 А

Қуат жүйесі үшін 2х50 А батареяның қорғаныс блогын алуға болады. Сұлбасы Ә қосымшасында көрсетілген.

Батарея кәбілдерінің қимасы мен ұзындығын есептеудің негізгі шарты 0,5 В деңгейіне дейінгі оң және теріс желіні ескере отырып барлық ұзындығы бойынша кабельдегі кернеудің түсуін шектеу болып табылады. Батарея кәбілінің ең төменгі қимасы келесі формуламен анықталады:

$$S_{min} = 2_x L_x [P_{Наг}/(U_{minbат} – N_{bат})] – p/\Delta U, (мм^2) \quad (2.73)$$

мұндағы: L – батареядан қуат жүйесіне дейінгі аралық;

р – мыстың салыстырмалы кедергі коэффициенті = 0,0175 (оммм^2/м) 20°С-та;

AU- батарея кәбіліндегі кернеудің мүмкінді түсуі = 0,5 В;

Егер шыққан мән S_{min} жеткілікті үлкен болса (мысалы, 300 мм^2 үлкен), саны формуламен анықталатын, батареяның полюсына бірнеше кәбілдерді қолдануға болады:

$$N_{пол} = Smin / S_{каб} \quad (2.74)$$

мұндағы: $S_{каб}$ — таңдалған кәбілдің қимасы.

Батарея кәбілдерінің жалпы ұзындығы:

$$L_{бат}=2–N_{батх}N_{полх}L \quad (2.75)$$

Автоматты сөндіргіш немесе балқығыш сақтандырғыштардың типтері мен атаулары электр қуатын өндіретін өндірушілердің кепілдемесі мен салмақ талаптарына сәйкес тандалып алынады, автоматты сөндіргіштерді автомат номиналынан 50% аспайтын токпен қуаттау керек, ал балқығыш сақтандырғыштарда – 80 % аспауы тиіс.

Тұрақты ток жүйесін есептеу – қуат жүйесінің типі мен түзеткіштердің күшін тандау, аккумулятор батареяларының сыйымдылығын, тұрақты токты тарату жүйесін және оның алма-кезек процестердің әсерінен қорғауын есептеу – бірнеше ережелер мен принциптердің дұрыс орындалуын қажет етеді.

Ұсынылған тұрақты ток жүйесін есептеу әдістемесі іс-тәжірибелік инженерлік тәсілдердің жақсы нәтижелер мен нақты дәлдігін беретін мысалдарының бірі болып табылады. Осы принциптерді орындау ұзақ қызмет ету мерзімін, тұрақты токтың электр қуаты жүйесін тұтынушыларының жоғарғы қуат сапасын және мықтылықтың тапсырылған деңгейін қамтамасыз етеді.

3 БИЗНЕС ЖОСПАР

3.1 Түйін

Телекоммуникация саласы - әлемде ең қарқынды дамып келе жатқан салалардың бірі, ал, ақпараттың маңыздылығы күннен күнге артып келе жатыр. Соның ішінде талшықты оптикалық байланыс жүйесі қарқынды дамуда. Осыған орай, бұл дипломдық жұмыста Аягөз-Мамырсу арасында ТОБЖ жүргіземін.АҚ «Қазақтелеком» Қазақстан интеграциясын әлемдік ақпараттық кеңестікте тездете алатынына байланысты, ақпараттануды, және теледидарды қосатын мемлекеттің біркелкі ақпараттық инфрақұрылымын құру ең басты мақсаты болып келеді. Осындай жағдай жоғары мүмкіндікті қондырғыларды сатып алуды талап етеді. АҚ «Қазақтелеком» Ұлттық Ақпараттық Супермагистральдың (ҰАСМ) қызмет көрсетуші ұйымы және құраушысы болып келеді. ҰАСМ модернизация бағыттарының бірі SDH тарату жүйесін қолданумен, жеткізу қабілеттілігінің артуы болып табылады. Жобаны жүзеге асыруға қажетті капиталдық салымдар АҚ «Қазақтелеком» кірісінен алынады, сондықтан банктен кредит алудың қажеті жоқ.

ТОБЖ ұйымдастыру және оның қатынау желілерін кеңейтудің негізгі мақсаты түрлі байланыс қызметтерін жеткізу мақсатымен кеңжолақты қатынас желілерін құру үшін тиімді экономикалық шешімді ұсыну болып табылады.Бизнес-жоспар барысында жалпы капиталдық шығын 13185,26 мың теңгені құрады, бір жылдық табыс көлемі 193371,52 мың теңгені, эксплуатациялық шығындар 7232,48 мың теңгені құрайды.Яғни, жобаны енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда мөлшерін есептеп шығардық. Жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі 0,07 жыл.

3.2 Компания және сала

ТОБЖ ұйымдастыру қазіргі уақытта жете дамып келе жатқан сала. Бұл стандарт телекоммуникация саласында жаңа байланыс түрі болғандықтан оның негізгі тұтынушылары ретінде бүкіл халықты қарастыруға болады. Бұндай кәсіпорынды құру үшін нағыз нарық көзі болып табылатын, болашақта ұзақ уақытты стратегия құра алатындай, басқа да байланыс жүйелерімен байланыс орната алатындай, тұтынушылардың сұраныстарын қанағаттандыра алатындай байланыс түрі және жерді таңдай білу қажет .

Келісім сұранысы бойынша «Siemens» фирмасының жабдықтарын таңдаймыз, оны монтаждау, жөндеу және қызметкерлер білімін жетілдіреді.

3.3 Өтім нарығын талдау және қызметтер нарығын зерттеу

Қазіргі заманғы телекомуникациялық технологиялардың дамуы іс-

жүзінде барлық бағыттағы ұрпақтардың ауысуымен сипатталады. Байланыс жүйелерінің шеңберінде үшінші ұрпақ жүйелеріне кезең бойынша ауысу қазіргі уақытта жүріп жатыр, ал соның нәтижесінде кеңжолақты мәліметтерді тарату шеңберінде жаңа технологиялардың саны күрт артып, интегралды қызмет көрсетуді ұсынатын жүйелерді құрудың деңгейі артуда. Осының нәтижесінде жаңа технологияларды ұсынатын көптеген фирмалардың (Солярис, Computerra, Siecor, Элвис және т.б фирмаларының) арасында бәсекелестік өте үлкен мөлшерде байқалады.

Бәсекелестік – әлемдік нарықтың талаптарын қанағаттандыратын, нарықтың бос және адал шарттарында мемлекеттің тауарлар мен қызметтерді өндіру дәрежесі, бұл кезде мемлекет өз азаматтарының табыстарын қалыптастыра отырып, оларды арттырады.

Бәсекелестік жоғары болған сайын, сол мемлекеттің өмір сүру деңгейі де жоғары болады.

3.4 Маркетингті стратегия

Маркетингті бағдарлама – бұл өзінің мақсатына жету үшін кәсіпкер жоспарын іске асырудағы өзіндік ерекше маркетингті әсерлер.

Телекоммуникация аумағындағы маркетинг кейбір қасиеттерге ие болады,бұндағы соңғы тауар оператормен берілетін байланыс қызметі болып табылады. Уақыттық факторлармен тығыз байланысқан және тұтынушының жеке меншігіне ауыспайтын, тұтынушыда немесе желіде орнатылатын байланыс құрылғысы соңғы қызметпен тығыз байланысты.

Маркетингті бағдарлама ең негізгі төрт компоненттен тұрады.

Тауар-(Product).

Мына жобаларды енгізуден кейін жоспарланып отырған телекоммуникация қызметі:

Орын/Орналастыру-(Place).

Қызметтер көп қабатты тұрғын үйлерде, кеңселерде, адресі бойынша тұрғызылып жатқан мөлтек аудандарда көрсетіледі.

Жылжу-(Promotion).

Баға-(Price).

«Казахтелеком» АҚ орнатқан бағасын жобаны іске асыру кезінде қолдану болып табылады.

3.5 Өндірістік жоспар

133 км аралықта ТОБЖ салу үшін салушы кәсіпорынға қосымша техникалық қондырғылар және қаржы қажет. ТОБЖ жобасына жұмсалатын капиталдық салым көлемін анықтау үшін төмендегі формула қолданылады:

$$\sum К = К_о + К_с + К_м + К_{тр} + К_{проек} \qquad (3.1)$$

мұндағы: $К_о$ - жабдықтарды сатып алу шығыны;
$К_с$ - құрылыс салу шығыны;
$К_м$ - монтажға жұмсалатын шығын;
$К_{тр}$ - көлік шығыны;
$К_{проек}$ - жобалау шығыны.
Шығындар келесі жолмен анықталады:

$$C=c\cdot n \qquad (3.2)$$

мұндағы: с - жеке бірлік құны;
n - бірлік саны.
Линиялық құрылғылар:
Ұйымдастырылатын жол ұзындығы L=133 км.
Басты жолдағы кәбіл шығыны құрайды:

$С_к$=133·190=25270 мың тг.

мұндағы: 190 мың тг.- 1 км 12-талшықтық кәбіл құны.
Тарату жүйесі SMA–1 жабдығының құны:

$С_т$=2·565,651=1131,302 мың тг.

мұндағы: 565,651 мың. тг. 1 SMA–1/4 жабдығының құны.
1 км полиэтиленді құбыр 267 мың тг., жол ұзындығы 133 км.

$С_к$=133·267=35511 мың тг.

Белгі лентасының құны:

$С_л$=133·30=3990 мың тг.

мұндағы: 30 мың тг.- 1 км белгі лентасының құны.
Жобаланатын 133 км-ге 1 муфта қойылады, 1-муфта құны 24 мың тг.

$С_м$=1·24=24 мың тг.

Сонда, $К_о$ - жабдықтарды сатып алу шығынын есептесек:

$$К_о= С_к+ С_т+ С_к+ С_л+ С_м \qquad (3.3)$$

$К_о$=25270+1131,302+35511+3990+24=65926,302 мың тг.

$К_с$- құрылыс салу шығыны жабдықтарды сатып алу шығынының 4% үлесіне тең деп алсақ, онда:

$К_с$=65926,302·0,04=2637,052 мың тг.

$К_м$ - монтажға жұмсалатын шығын жабдықтарды сатып алу шығынының 11% үлесіне тең деп алсақ, онда:

$К_м$=65926,302·0,11=7251,893 мың тг.

$К_{тр}$ - көлік шығыны жабдықтарды сатып алу шығынының 2% үлесіне тең деп алғанда:

$К_{тр}$=65926,302·0,02=1318,526 мың тг.

$К_{проек}$ - жобалау шығыны жабдықтарды сатып алу шығынының 3% үлесіне тең деп алғанда:

$К_{проек}$=65926,302·0,03=1977,789 мың тг.

Капиталдық салымды есептеу нәтижелерін 3.1-кестеге енгіземіз.

3.1Кесте – Капиталдық шығындар

Капиталдық шығын түрі	Шығын көлемі, мың тг.
$К_о$ - жабдықтарды сатып алу шығыны	65926,302
$К_с$- құрылыс салу шығыны	2637,052
$К_м$ - монтажға жұмсалатын шығын	7251,893
$К_{тр}$ - көлік шығыны	1318,526
$К_{проек}$ - жобалау шығыны	1977,789
Барлығы ∑К:	13185,26

3.6 Жұмыскерлер штатының есебі

Байланыс линиясына қызмет көрсететін жалпы штатты анықтау үшін, ЛАЦ бойынша қызмет көрсету штатын есептеуіміз керек.

Байланыс линиясына қызмет көрсететін штат мына формуламен есептелінеді:

$$Рл=\frac{l \cdot H_{шт}}{169} \cdot 1{,}06 \qquad (3.4)$$

мұндағы: l– трасса ұзындығы, 133 км;

$Н_{ШТ}$ – штаттық норматив 6 адам айына 1 км– ге;

169– бір жұмысшының орташа айлық жұмыс уақыты, сағ;

1,06- жұмысшылардың демалыс уақыты кезіндегі ауысу резервінің коэффиценті.

Рл=(133·6/169)·1,06=5 адам

Өндіріс қызметкерлерінің штатын есептеу нәтижесі 3.2-кестеде көрсетілген.

3.2 К е с т е – Өндіріс қызметкерлерінің штаты

Міндеттеме атауы	Штаттық бірлік саны, адам.	1айлық еңбекақысы, мың тг.
1 Аға инженер ЛАЦ	1	100
2 Электромеханик ЛАЦ	2	70
3 Электромеханик	2	60
Барлығы:	5	

3.2-кестеде барлық линия бойында жұмыс істейтін адамдар саны көрсетілген, олар бізге жұмысты тиімді басқару үшін керек.

3.7 Байланыс құралдарын эксплуатациялауға кететін шығындар

Байланыс құралдарын эксплуатацилауға кететін шығындардың жалпы сомасын мына формуламен анықтаймыз:

Эр = ФОТ + Осн + М +Сэл+ А + Сауп + Н (3.5)

мұндағы: ФОТ – еңбек ақы қоры (негігі және қосымша жалақы);

Осн – әлеуметтік салық11% ФОТ;

М – материалдаржәне қосалқы бөлшектер;

Сэл - өндіріс қажеттеріне жұмсалатын электроэнергия;

А – амортизациялық шығындар;

Сауп – қосымша администрациялық басқаруға және эксплуатациялық шаруашылық шығындар;

Н – қосымша шығындар.

Жалақыға төленетін шығындар мына формуламен анықталады:

ФОТ=ЗП·Р·12 (3.6)

мұндағы: ФОТ- жалақы фонды, мың тг;

ЗП- жұмысшының орташа айлық жалақысы, мың тг;

Р – штат;

12 – жыл ішіндегі айлар саны.

ФОТ = 100·1·12+70·2·12+60·2·12 = 4320мың тг

Әлеуметтік салыққа төлемдер ФОТ - тың 11% құрайды:

$$Осн=ФОТ·0,11 \quad (3.7)$$

Осн=4320·0,11=475 мың тг

Материалдар және қосалқы бөлшектер шығыны капитал салымының 2% құрайды:

$$М = Квл · 0,02 = 13185,26·0,02=263,705 \text{ мың тг} \quad (3.8)$$

Амортизациялық төлемдер капитал салымының 25% құрайды:

$$Ао=Квл·0,25=13185,26·0,25=329,632 \text{ мың тг} \quad (3.9)$$

Электроэнергияға кететін шығындар:

$$Сэл=W·Ц·N·8760 \quad (3.10)$$

мұндағы: W- бір ОП - ның бір сағатта пайдаланатын қуаты (W=1кВт/сағ),

Ц- бір киловатт энергияның бағасы (Ц=16,48 тг/кВт),

N- ОП саны (N=2),

8760-жылдық сағат саны.

Сэл=1·16,48·2·8760=288,73 мың тг

Қосымшы администрациялық басқаруға және эксплуатациялы шаруашылық шығындар ФОТ тың 10% құрайды:

$$Сауп=ФОТ·0,1=4200·0,1= 420 \text{ мың тг} \quad (3.11)$$

Қосымша шығындар негізгі шығындардың 20% құрайды Ор.

$$Ор= ФОТ + Осн + М + Сэл + А_о \quad (3.12)$$

Ор=4320+475 +329,632 +288,73 +263,705 =5677,067 мың тг

$$Н = Ор · 0,2 = 5677,067·0,2 = 1135,413 \text{ мың тг} \quad (3.13)$$

Эксплуатациялық шығындар:

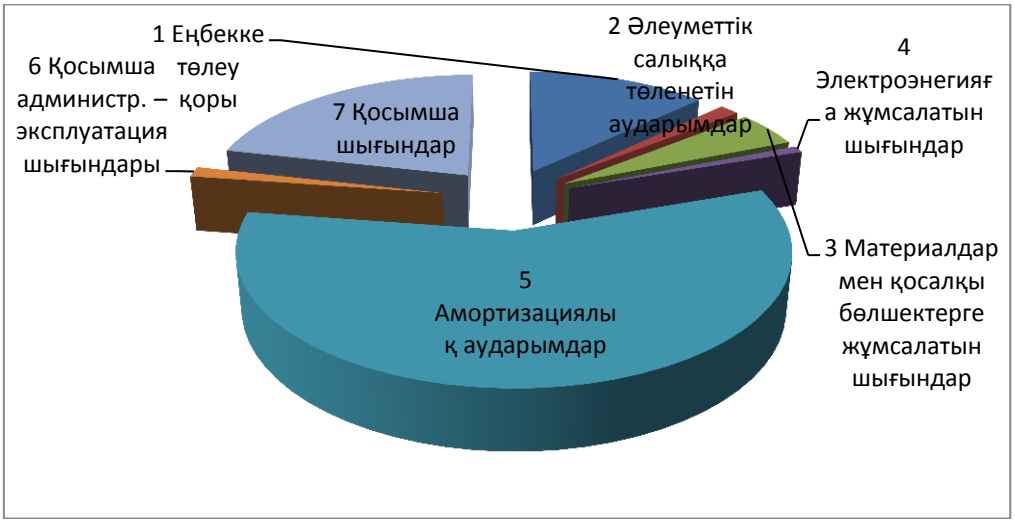
Эш=4320+475+263,73 +288,73+329,632+420+1135,413=7232,48 мың тг

Эксплуатациялық шығындар 3.3-кестеде көрсетілген.

3.3К е с т е – Эксплуатациялық шығындар

Шығын түрлері	Шығын сомасы, мың тг.
1 Еңбекке төлеу қоры	4320
2 Әлеуметтік салыққа төленетін аударымдар	475
3 Материалдар мен қосалқы бөлшектерге жұмсалатын шығындар	263,705
4Электроэнегияға жұмсалатын шығындар	288,73
5 Амортизациялық аударымдар	329,632
6Қосымша администр. – эксплуатация шығындары	420
7Қосымша шығындар	1135,413
Барлығы Эш:	7232,48

3.3-кестеде барлық экплуатациялық шығындар есептеліп, еңбек төлеу фонды, әлеуметтік салық, материалдар мен қосалқы бөлшектерге жұмсалатын шығындар және т.б қорытындыларын шығардық. Бұл кестеге құрылымдық схемасын тұрғыздым. 3.1-суретте эксплуатациялық шығынның құрылымдық схемасы көрсетілген.



3.1 Сурет –Эксплуатациялық шығының құрылымдық схемасы

3.1 суретте көріп отырғанымыздай амортизациялық аударым, қосымша шығындар мен еңбек ақыға төленетін шығындар көп болып тұр. Жалпы

әлеуметтік салыққа төленетін аударымдар, электроэнегияға жұмсалатын шығындар, қосымша администр.– эксплуатация шығындары мен материал шығыны аз көрсеткішке ие.

3.8 Жобаның кірістік және тиімділік есептеулері

Негізгі жұмыстағы кіріс – бұл қолданылушы тарифтер арқылы байланыс ұйымдастырудан түскен кіріс.

$$Досн=Q\cdot Цок\cdot k \qquad (3.14)$$

мұндағы: Q – арендаға берілетін каналдар саны, 200 канал;
Цок – сағатына бір канал бағасы (114,5 тг);
k– жылдық сағат саны (8760 сағ).
Белгілі мәндерді (5.13) формуласына қоя отырып, табамыз Досн

Досн=200·114,5·8760 =200604 мың тг.

Сонда шаруашылық жұмыстағы кіріс мынаған тең:

$$П=Досн-Эш \qquad (3.15)$$

мұндағы: Эш – эксплуатациялық шығын.

П=200604–7232,48 = 193371,52 мың тг.

Кірістік салық кірістің 20% құрайды:

$$Нп = П\cdot 0,2 = 193371,52 \cdot 0,2 = 38674,304 \text{ мың тг.} \qquad (3.16)$$

Салық төлемінен кейінгі таза кіріс:

ЧД=П – Нп=193371,52 – 38674,304 =154697,216 мың тг. (3.17)

Абсолютті экономикалық тиімділіктің нормативті коэффициенті мынаған тең:

$$Е=П/Квл=193371,52 /13185,26=14,6 \qquad (3.18)$$

Тиімділік мерзімі:

$$Т=Квл/П=13185,26/193371,52 =0,07 \text{ жыл} \qquad (3.19)$$

3.4-кестеде жобаны түбегейлі есепетеу көрсетілген.

3.4К е с т е – Жобаны түбегейлі есептеудегі бизнес-тиімділік

Экономикалық көрсеткіштер	Мәндері
Капитал салымы, мың тг.	13185,26
Кіріс, мың тг.	193371,52
Эксплуатациялық шығындар, мың тг.	7232,48
Пайдалылығы	14,6
Тиімділік уақыты, жыл	0,07

4 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

4.1 Еңбек шарттарын сараптау

4.1.1 ЖАЦ-тың қысқаша сипаттамасы

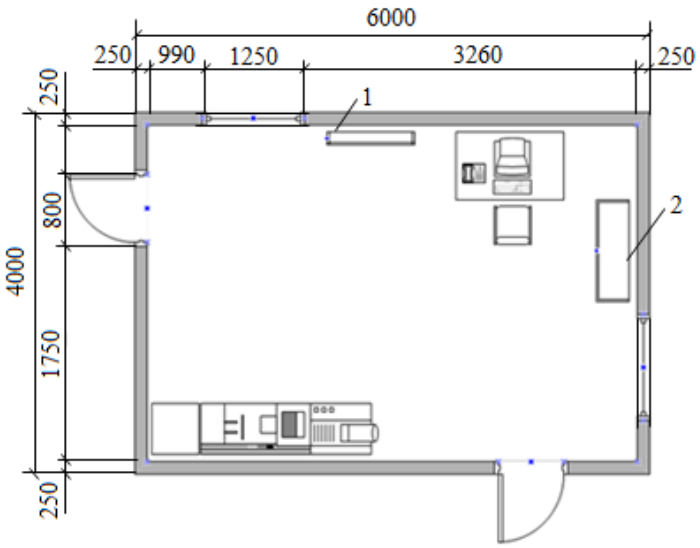
Аягөз – Мамырсу арасында талшықты-оптикалық байланыс желісі жобаланады.

Адам қауіп қатердің әсеріне өзінің еңбек ету барысында да ұшырайды. Бұл еңбек ету өндірістік орта аталатын кеңістікте жүзеге асады. Өндіріс орындарда адамға негізінен техногенді, яғни техникамен байланысты, қауіпті және зиянды өндірістік факторлар деп аталатын қауіптер әсер етеді.

Қауіпті өндірістік факторлар қатарына келесілер жатады: электр тоғының әсері, ауа кеңістігінің шаңдануы және газдануы, жарықталудың нашар болуы, өрт қауіпсіздігі, компьютер алдында жұмыс істеу кезінде келтірілетін зиян факторлар, электромагниттік өрістер әсері, лазерлік және иондаушы шағылулар.

Жабдықтардың жөнделуі мен оларға қызмет көрсетілу өндіріс орнының бас инженерімен бекітілген, аппаратураның эксплуатациялық – техникалық талаптарына, нұсқауларына сәйкес жүргізіледі. Тарату жүйелері аппаратураларына қызмет көрсетуге тек электрқауіпсіздік тобы 3-тен кем емес қызметкерлер ғана жіберіледі.

ЖАЦ жобасы 4.1 суретте көрсетілген.



1- Инструменттерге арналған стенд; 2-Документация үшін кітап сөресі;

4.1 Сурет-ЖАЦ жобасы

СТ-ЖАЦ –та аналогты, цифрлы, талшықты-оптикалық (ПЦИ, СЦИ) тарату жүйелері жабдығының құрамына кіретін аппаратуралардың негізгі түрлері:

- қашықтықтан электрқоректендіру;
- ток тарату;
- басқарушы, тасушы және бақылаушы жиілік токтарын алу және тарату;
- қызметтік байланыс;
- телемеханика;
- топқұрушы;
- аналогты-цифрлық түрлендіргіш;
- уақытша топқұрушы;
- желілік тракттарды қайта қосу;
- жиілікті синхронизациялау;
- ЭПУ түзеткіштері.

4.1.2 Лазерлік шағылудың адам денсаулығына әсері

Лазер шығыс шағылудың таралу ортасы ретінде лазердің белсенді ортасына тығыз түйістірілген талшықты – оптикалық кәбілді қолданады. Тікелей шағылудан зардап шегу тек оператор қосылған лазерді тікелей көзіне немесе терісіне бағыттаған жағдайда ғана орын алады.

Жұмыскерлерді лазердің шағылғын сәулелерінің зиян келтіруінен қорғау үшін белсенді орта қорғаушы корпусқа орнатылған. Корпустың ішкі қабаты лазер толқынының жұмыс ұзындығында жоғары дәрежеде жұту материалынан жасалған. Сонымен қатар белсенді орта мен талшықты – оптикалық кәбілдің тығыз емес түйістірілген жағдайына жұтуы өте жоғары дәрежелі изоляциялаушы корпус қарастырылған.

Лазерге квалификациясыз енуді болдырмау үшін аппаратурада таратушы және қабылдаушы пункттер арасында кері байланыс қарастырылған. Қабылдағыш пункттің кіріс тізбектерінде лазердің жоғалуы жағдайында кері бағытта жұмыс істейтін тракт арқылы таратушы жақтан лазердің бұғатталуына сигнал беріледі. Сигнал жоғалуы мен лазердің өшірілуі арасындағы уақыт 0,0005- 0,0009 с. құрайды.

Сонымен қатар түгел тарату жүйесінің жабдықтарын рұқсатсыз қосуды немесе пайдалануды болдырмау үшін жабдық орналасқан корпус қақпағына бергіш қосылады.

Таратылған кері байланысты лазер аз қуатты жартылай өткізгіш құрылғы болуына байланысты электр тогы, шу, зиянды бөлінулерден арнайы қорғау шараларын қолданудың қажеттілігі жоқ. Мүмкін рентгендік сәулеленуден қорғау функцияларын тарату жүйелері жабдықтары орналасқан корпус атқарады.

Лазерлік сәулелену адам ағзасына әсер еткен жағдайда екі биологиялық эффектті ажыратады: біріншілік және екіншілік.

Біріншілік эффект кезінде ағзаның тікелей сәулеленген бөліктерінде өзгерістер байқалады.

Екіншілік эффект кезінде әртүрлі жанама жағымсыз әсерлер байқалады.

Лазерлік сәулелену адамға тікелей әсер етеді. Әдетте көзбен тері қабаттарына әсерлерді ажыратады.

Адамның көру аппаратаның негізгі элементі – көз қарашығы көрінетін (0,4 мкм-ден) және инфрақызыл диапазондардағы (1,4 мкм-ге дейін) сәулелену кезінде зақымдалады, ол адам көздерінің спектральдік сипатамаларымен түсіндіріледі. Спектрдің көрінетін бөлігінде жұмыс істейтін энергия деңгейі 0,008 Дж лазерден 1мс ішінде көздің қарашығы зақымданады, спектрдің инфрақызыл бөлігінде жұмыс істейтін лазерден бұдан да аз энергия деңгейінде (0,001 Дж) көздің қарашығы мен мөлдір қабаты зақымданады.

Лазерлік сәулелену адамға тікелей әсер етеді. Әдетте көзбен тері қабаттарына әсерлерді ажыратады.

Сәуле көздің көру осі бойымен өткенде орталық шұңқыр зақымданады және соның салдарынан тіптен соқырлыққа дейін көру қабілеті бұзылады. Спектрдің көрінбейтін бөлігінде жұмыс істейтін лазерлерден сәулеленуге ұшырымас үшін қорғану мақсатында ерекше қауіпсіздік шаралары қолданылады.

Көрінбейтін ультракүлгін (0,2 <λ< 0,4 мкм) немесе инфрақызыл сәулелену (1,4 <λ< 1000 мкм) көздің қарашығына дейін жетпейді, сондықтан адамның көзінің тек сыртқы бөліктерін ғана зақымдай алады, ал ультракүлгіндік сәулелену фотокератит тудыруы мүмкін, орта толқында инфрақызыл сулелену (1,4 <λ< 3 мкм) ісіктің пайда болуына, катарактке, көздің мөлдір қабығының күюіне, алыс инфрақызыл сәулелену (3 мкм <λ< 1мм) де көздің мөлдір қабығының күюіне әкеп соғады.

Осы түрдегі лазерлер үшін сәулеленудің интенсивті жұтылуы жасушалардың цитрохимиясында және гемоглабин молекуласында байқалады. Жасушалар бір сәтте қызып кетуі мүмкін, жасушалардағы сұйықтық қайнап, сұйықтықтың қысымы артып, тканьді жарып жіберетін соққылық толқындар пайда болады. Интенсивтілігі аз лазердің ашық сәулеленуінің әсері қызмет көрсетуші жұмыскерлердің орталық жүйке жүйесіндегі өзгерістерге, эндокриндік жүйесінің, жүрек-тамыр жүйесінің, ағза мен көздің шаршауының жоғарылауына, артериалды қысымның өзгермелілігіне, бас ауруларына, ұйқының бұзылуына, тершеңдікке себепкер болады.

4.1.3 ЛАЦ-тағы өрт қауіпсіздігі

Өрт қаупінің бастауы электрлік қондырғылардың немесе олардың компоненттерінің қызып кетуі болуы мүмкін. Қысқа тұйықталу немесе электр тоғының шамадан тыс көбеюі салдары өткізгіштердің оқшаулауыштарының еріп, жануына әкеледі.

Өндіріс орындарындағы өрттердің негізгі себептеріне құрал-жабдықтардың технологиялық жұмыс тәртібінің бұзылуы, электр жабдықтарының ақаулылығы, жабдықтардың жөндеу жұмыстарына нашар дайындалығы, әртүрлі материалдардың өздігінен жануы және т.б. жатады. Жарылыс кезінде өртті болдырмау үшін ыстық жанғыш, жарылысқа қауіпті ортаның пайда болуына мүмкіндік бермей, оталдыру көзінің пайда болуына кедергі жасау керек. Өрт қауіпсіздігі – бұл өрт болу мүмкіндігін болдырмау және оның пайда болған кезінде адамдарға, құрылыс және материалдық құндылықтарға өрттің қауіпті факторларының жағымсыз әсерлерін жою үшін қажетті шараларды қолдану болып саналады. Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын алу шаралары мен және белсенді өрт қорғанысымен қамтамасыз етіледі. Өрттің алдын алу болып өртті болдырмау немесе оның салдарын азайтуға бағытталған іс-шаралардың кешені саналады. Белсенді өрт қорғанысы – бұл өрт немесе жарылысқа қауіпті жағдайларымен белсенді күресуді қамтамасыз ету шаралары.

Өрттің алдын алу шаралары:

- құрылыстық-жобалау;
- техникалық;
- ұйымдастырушылық.

Құрылыстық-жобалау шаралары-ғимараттар мен құрылыстардың отқа төзімділігімен анықталады (конструкция материалдары жанғыш, қиын жанатын, жанбайтын болып бөлінеді). Отқа төзімділік шегі дегеніміз – бұл оттың әсерінен құрылыс конструкцияларының бірінші сызат пайда болғанға дейінгі шыдайтын уақыт интервалы. Барлық құрылыс конструкциялары отқа төзімділік шегі бойынша 8 деңгейге бөлінеді. Ғимараттардың отқа төзімділік деңгейіне байланысты өрт кезінде эвакуациялау үшін шығатын жерлерге дейінгі қашықтықтар белгіленеді.

Техникалық шаралары:

- өмірге қажетті жүйелерді (жылу, жарықтандыру, вентиляция т.б.) орнатқан кездерде өрт қауіпсіздігі нормаларын сақтау;
- құрал-жабдықтар жұмысының тәртібі мен технологиялық процестер парамертлерін сақтау;
- әртүрлі қорғану жүйелерін пайдалану.

Ұйымдастырушылық шаралар-құрамына өрт қауіпсіздігі бойынша оқу өткізу, өрт қауіпсіздігі шараларының сақталуын тексеру кіреді.

Өрт сөндірудің келесі тәсілдері қарастырылады:

- ыстық жанғыш затты тотықтырғыштан бөлектеу;
- ауадағы оттегі концентрациясын азайту;

- ыстық жағғыш заттың температурасын оталдыру температурасынан төмендету.

Өрт сөндіру заттары ретінде су,құм, көпіршіктер, ұнтақтар, өрт тудырмайтын газ тәріздес заттар, инертті газдар, булар қолданылады.

Өрт сөндіру құралдары 2-ге бөлінеді:

- қол көмегімен жұмыс істейтін құралдар (құм салынған жәшіктер, асбест жабындары, өртке қарсы құрал-саймандары бар тақталар; химиялық көпіршікті от сөндіргіштер; ұнтақты отсөндіргіштер; көміроттекті отсөндіргіштер; хладонды отсөндіргіштер; құрама отсөндіргіштер);

- өртке қарсы жүйелер (сумен жабдықтау жүйелері; көпіршікті генераторлар; автоматты сигнал беру құралдарын қолдану арқылы автоматты өрт сөндіру жүйелері).

Өрт сөндіргіш қондырғыларына төмендегілер жатады:

1.Өрт сөндіргіш машиналары;

2. Көбік генараторлары (ПГ-30, ГПС-200, ГВП-600);

3. Өрт сөндіргіштер (қолмен қолданылатын және жылжымалы);

4. Стационарлы ауа көбікті, автоматты және жартылай автоматты қондырғылар, өрт насостары;

5. Өрт сатылары.

Өрт сөндіргіштердің қасиеттеріне қарай өрт сөндіргіштерді химиялық көбікті (ОХП-10), ауа қоспалы (ОВП-5, ОВП-10, ОСП-4) , көмір қышқыл газды (ОУ-1, 2, 3, 5, 6, 8), көмір қышқыл бром этилді (ОУВ-3, ОУВ-7), ұнтақты (ОП-1, ОПС-6, ОПС-10, ОППС-100), аэрозольды (АО-1, АО-2), хлоданды (ОБХ-3).

Өндірістік ғимараттарда нақты көрсетілген кедергісіз тез шығуға кепіл беретін апатты жағдайларда шығатын жерлер бар. Есіктер іш жағынан ашылады. Бұл жерлерде кедергі келтіретін бөгде заттар мен отқа жанғын материалдар болмайды. Бұдан басқа да құтқару жолдары қарастырылуы жөн (мысалы, сыртқа шығатын сатылар мен шатырға шығатын жерлер). Өрт кезінде ешқашан лифтті қолдануға болмайды.

4.1.4 Кәбілдік жүйелерді тарту

Талшықты – оптикалық байланыс желісін салуда, жер астында кәбіл жүргізу кезінде техника қауіпсіздігі қарастырылады.

Қаларалық жерасты кәбілді жүргізу екі негізгі әдіспен жүзеге асырылады:

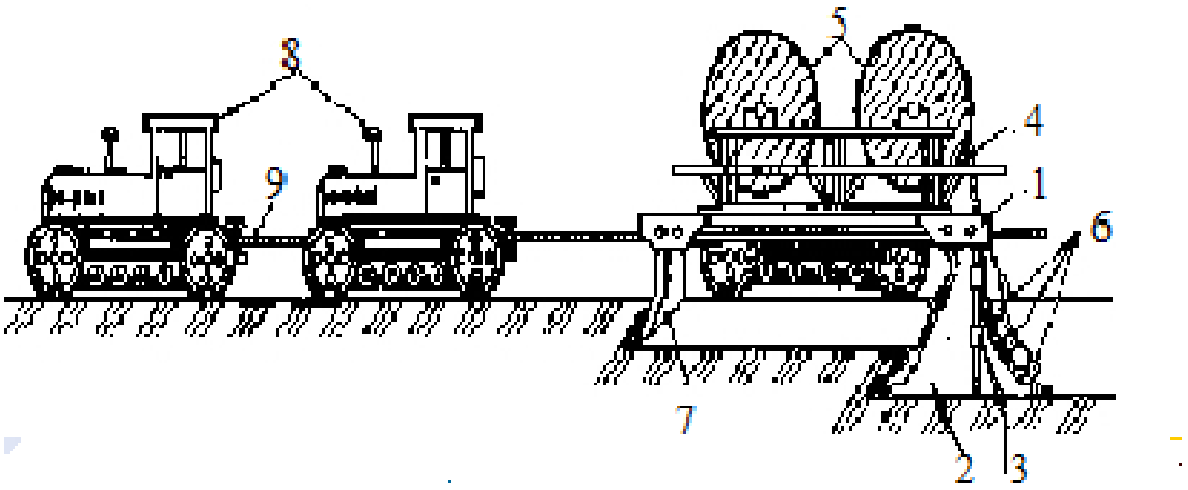
1. Кешенді, яғни біруақытта ор қазылып, кәбіл тарқатылатын және төселетін арнайы кәбіл төсеуші механизмдер – кәбілтөсегіштер көмегімен;

2. Алдын ала дайындалған орларда кәбілді тікелей қолмен тарту.

Кәбілді тартуды кәбілтөсегіштермен жүзеге асыру қолмен тартумен салыстырғанда жұмыстың еңбексыйымдылығын 20-30 есе азайтады. Олар тек кәбілтөсегіштерді қолдану мүмкін болмаған жағдайда немесе жұмыс

көлемінің шектеулі болуынан экономикалық жағынан алғанда тиімсіз жер телімдерінде ғана қазылады.

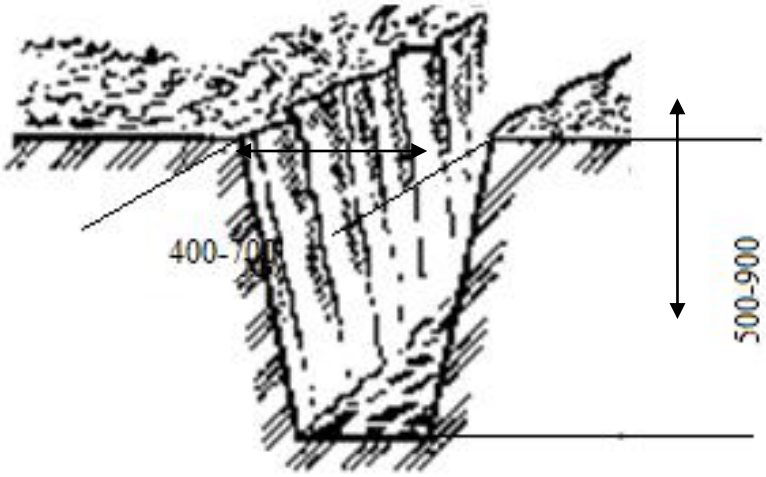
Ең кең тарағаны арнайы пышақтармен топырақта берілген тереңдікте (0,7... 1,3 м) жіңішке саңылау жасау принципіне негізделген кәбілтөсегіштер болып табылады. Сол саңылауға пышақ (2) немесе соған бекітілген кассета (3) арқылы арнайы тіркемеге тіркелген немесе кәбілтөсегіштің корпусына (1) орнатылған барабаннан (5) механизмнің қозғалу мөлшеріне қарай түрілетін кәбіл тартылады (4.2 сурет). Кәбілді тарту алдында арнайы кәбілтөсегіш пышақ (7) (кассетадағы кәбілсіз) көмегімен трассаны жарып өтеді, ол топырақтың корпусын қамтамасыз етеді және кәбілді қиылыстардағы мүмкін жасырын (тастар, ағаш тамырлары және т.с.с) зақымданулардан қорғайды.



1— кәбілтөсегіштің корпусы; 2—пышақ; 3—кассеталар; 4—кәбіл; 5—барабан; 6—рама; 7—қопсытқыш пышақ; 8—тракторлар; 9 - трос.

4.2 Сурет – Кәбілтөсегішпен кәбіл тарту

Кәбіл тарту алдында пышақты жұмыс жағдайына қою үшін қазаншұңқыр қазылады және кәбілтөсегіштегі барабанда орнатылған кәбіл кассета арқылы жіберіледі. Барабанда 1,5...2 м кәбіл қалғанда тізбек тоқтайды, бос барабандарды кранмен алып тастап, олардың орнына толтырылғандарын орнатады да тізбек қозғалысын одан әрі жалғастырады. Кәбілтөсегішті қолдану төңірек шарттары бойынша мүмкін болмаған жағдайда немесе экономикалық тиімсіз болғанда (жұмыс көлемі аз, тізбекті тасымалдау бағасы жоғары және т.с.с болғанда) кәбіл арнайы қолмен немесе механизммен қазылған ашық орларға тартылады (4.3 сурет). Ережеге сәйкес ор тереңдігі қарапайым топырақта 0,9 м кем емес, ал тасты жерлерде 0,5 м кем емес болады.



4.3 Сурет – Кәбіл тартуға арналған бекітусіз ор

Механизммен қазылатын ордың ені әдетте 0,4...0,7 м шамасында болады. Топырақ опырылуы және сонымен байланысты бақытсыз алдын алу үшін орлар мен қазаншұңқырлар қазғанда олардың қабырғалары бекітіледі.

Жыра бөктерінде және ауытқуы 30° асатын көтерілулерде ор ирендеу қазылады. Орға кәбілді тарту кәбіл тасымалдағышқа немесе автомашинаға орнатылған домкратпен жабдықталған барабаннан жүргізіледі. Кәбіл орға немесе ор бойына жиегімен тарқатылады және тартылады, одан кейін орға. Орды көму алдында барлық жерасты құрылыстар (кәбіл, труба және т.с.с) жұмыс сызбаларында тұрақты бағдарға нақты арақашықтықтың көрсетілуімен бекітіледі.

Орларды көму арнайы оркөмгіштермен, бульдозерлермен немесе қолмен жүзеге асырылады. Кейбір жағдайларда қалаларда немесе өндіріс орындарының территориясында орларды көму алдында кәбілді механикалық зақымданудан қорғау үшін кәбіл кірпіштермен жабылады.

Орды көму алдында барлық жерасты құрылыстар жұмыс сызбаларында тұрақты бағдарға нақты арақашықтықтың көрсетілуімен бекітіледі. Кәбілден бір метрден аз қашықтықта жер қазатын машинамен және бес метрден кем қашықтықта соғатын механизмдерді орды көму үшін қолдануға болмайды. Зиянды газдар пайда болған жағдайда жұмыс дереу тоқтатылып, жұмысшылар зиянды газ шығарушы көз анықталғанға дейін қауіпті жерден көшіріледі. Әлсіз немесе ылғал топырақта ор қазғанда құлау ықтималдығы болған жағдайда оларды бекіту шаралары қарастырылады.

Барлық жерасты құрылыстар орды көму алдында (кәбіл, труба және т.с.с) жұмыс сызбаларында тұрақты бағдарға нақты арақашықтықтың көрсетілуімен бекітіледі.

Орлар мен қазаншұңқырлардың құламалылығын бекіту нормалары 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1Кесте – Орлар мен қазаншұңқырлардың құламалылығын бекіту нормалары

Топырақ	Жерді ойып алу тереңдігі			
	1,5 дейін		1,5 – 3,0	
	Горизонталь мен құлама орды бекіту бағыты арасындағы бұрыш, град.	Құлама орды бекіту биіктігінің оның орналасуына қатынасы	Горизонталь мен құлама орды бекіту бағыты арасында-ғы бұрыш, град.	Құлама орды бекіту биіктігінің оның орналасуна қатынасы
Табиғи үйілген, ылғалды	76	1:0,25	45	1:1
Құмды және қиыршық тасты, ылғалды	63	1:0,5	45	1:1
Сазды: Құмайт Саздақ Саз	 76 90 90	 1:0,25 1:0 1:0	 56 63 76	 1:0,67 1:0,5 1:0,25
Сарғыш түрлі топырақты, құрғақ	90	1:0	63	1:0,5

Қазаншұңқыр, ор қазу жұмыстары жүргізілетін өндіріс орындары ескертпе белгілер мен жазулармен қоршалады, ал түнгі уақытта ескертпелерге сигналдық жарықтандырғыштар ілінеді. Ордан транспорт пен жұмысшылар өту үшін көпірлер тұрғызылады. Газдардың пайда болуын ашық отпен тексеруге тыйым салынады. Вентиляция үшін сығылған газды баллондарды қолдануға тыйым салынады. Құдықтарда, коллекторларда және туннельдерде, сонымен қатар ашық люк жанында темекі тартуға болмайды.

Кәбілді тарту жұмыстарын жүргізу кезінде келесі қауіпсіздік шаралары сақталады:

- кәбілді кәбілтөсегішпен тартуға жерасты құрылыстар жоқ жер телімдерінде рұқсат етіледі;
- кәбілтөсегішті жетекке алғанда жүргізуші сақтықты сақтайды, кенеттен тежеу мен жоғары жылдамдықты болдырмайды, мүмкіндігінше тегіс жолдарды таңдап машинаны жұлқынусыз жүргізеді;
- кәбілтөсегішті тракторға тек арнайы құралдармен ғана тіркейді.

Барлық жұмыстар жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін арнайы құралдар арқылы жүргізіледі. Кәбілді қолмен тарту кезінде әр жұмысшыға кәбіл телімінің 35 кг-нан аспайтын мөлшері сәйкес келеді. Қозғалыстағы транспортерлерден кәбілді тарқату мүмкіндігінше орларға

жақын жүргізіледі. Кәбіл төсеу кезінде жұмысшылардың бұрылу бұрыштарында тұруына болмайды, сонымен қатар трассаның бұрылыстарында кәбілді қолмен ұстауға тыйым салынады. Ол үшін бұрыштық тартқыш рамалар орнатылады.

Жергілікті шарттарда жұмыс істеу кезінде стихиялық апаттар су тасқыны, сел, опырылулар пайда болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда жұмыс жедел тоқтатылып, қажетті қауіпсіздік шаралары жүргізіледі. Трассада жұмыс жасау кезінде демалуға рұқсат етілетін пункттерде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін белгілер орнатылады. Жұмыс жүргізілу периодында жергілікті метеорологиялық станцияның хабарландыру қызметі ұйымдастырылады. Кертпеш, жол жиегіндегі және шұңқырларда жұмыс жасайтын жұмысшылар каска киеді. Трассада жұмыс жасау кезінде демалуға рұқсат етілетін пункттерде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін белгілер орнатылады.

Кәбілді кәбіл канализациясында тартқан кезде келесі талаптар орындалады:

- жұмыс жасалатын құдықтың екі жағынан да қоршау-барьерлер орнатылған. Егер құдық жүргінші жолының бөлігінде орналасса, қоршауларды транспорт қозғалысына қарама-қарсы құдық люгінен 2 м қашықтықта орнатылады;
- кәбілді төсеу механизацияланған тәсілмен жүргізіледі;
- кәбілді төсеу кезінде трос иілісінде тұруға, қозғалып жатқан кәбіл мен тросқа қол тигізіп, ұстауға, кәбіл тартуға арналған блок орналасқан құдықта жұмысшылардың болуына тыйым салынады;
- тартылып жатқан кәбілдің пластмассалық қабықшадағы ұшын жер бетінде тұтастырады.

Кәбілді ғимарат қабырғаларымен тарту жұмыстарын жүргізу кезінде жарамды баспалдақтарды, биіктеу тірек үстіне салынған тақтай төсемдерді немесе автомұнараны қолданады. Бетонды немесе кірпіш қабырғаларды тесу кезінде биялай мен сақтандырғыш көзілдірік киген жөн. Сонымен қатар, қабырғаға жасырылған электрөткізгіштерді инструментпен зақымдап, электр тоғының соғуына ұшырап қалмауы қатаң қадағаланады.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Лазерлік сәулеленудің шекті ұйғарынды деңгейін есептеу

Лазерлік сәулеленудің шекті ұйғарынды деңгейі есептеледі. Есептеуге мәліметтер 4.2 кестеде көрсетілген.

4.2 К е с т е – Есептік мәліметтер

Параметр		Мәні
Толқын ұзындығы	λ	$1{,}55\cdot10^{-6}$ м
Бақылау нүктесінен жарықтандырылатын беткі қабатқа дейінгі арақашықтық	R	0,5 м
Бақылау бағыты мен беткі қабатқа түсірілген нормаль арасындағы бұрыш	Q	45^0
Мөлдір қабықтық фондық жарықтандырылуы	$Ф_р$	100 лк
Сәулелену көзінің диаметрі	D	$0{,}02\cdot10^{-2}$ м
Лазердің максималды шығыс қуаты	P	$1\cdot10^{-3}$ Вт

Сәулелену көзінің бұрыштық өлшемі:

$$L = d\cdot\cos Q/R \qquad (4.1)$$

$$L = 0{,}02\cdot10^{-2}\cdot\cos45^0/0{,}5 = 2{,}8\cdot10^{-4}$$

Энергетикалық экспозиция немесе біріншілік биологиялық эффект үшін энергетикалық лазерлік сәулеленудің тығыздығы:

$$H_n = H_1\cdot K_1 \quad Дж/м^2 \qquad (4.2)$$

мұндағы: H_1 – көз қарашығы диаметрінің максималды мәні кезіндегі сәулелену көзінің бұрыштық өлшемінен тәуелді көз деңгейіндегі энергетикалық экспозиция (H_1 = 52 Дж/м^2).

K_1= 2,2 – қарашық диаметрі мен толқын ұзындығына түзету коэффициенті.

$$H_n = 52\cdot2{,}2 = 114{,}4 \ Дж/м^2$$

Көз торының ауданы 1-2 мм-ге тең болса, онда көз торына лазерлік сәулеленудің энергия тығыздығының шамасы $(114{,}4\cdot10^{-6})/1{,}5$= 0,0007Дж құрайды. Энергия деңгейі 0,008 Дж болғанда спектрдің көрінетін бөлігінде істейтін лазерден 1мс уақыт аралығында көз торы зақымданады. Демек, лазер энергиясы 0,0007 Дж болғанда, сәулелену қауіпсіз.

Екіншілік биологиялық эффекттер үшін энергетикалық экспозиция немесе шағылған, шашыраған лазерлік сәулеленудің энергиясының тығыздығы:

$$H_в = 0{,}1\cdot H_2\cdot Ф_р \ Дж/м^2 \qquad (4.3)$$

мұндағы: H_2 – көздің мөлдір қабығындағы қарашық диаметрі мен сәулеленудің толқын ұзындығынан тәуелді энергетикалық экспозиция (H_2 = 700Дж/м^2)

$H_в = 0,1 \cdot 700 \cdot 100 = 7000$ Дж/м^2

Сәулелену энергиясының шамасы:

$$E_c = P \cdot K \text{ Вт} \tag{4.4}$$

мұндағы: К – шоғыр диаметрін ескеретін коэффициент (К = 0,2).

$E_c = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 = 1 \cdot 10^{-4}$ Вт

Классификацияға сәйкес, берілген лазер біріншілік эффект бойынша – қауіптіліктің 2 класына , ал екіншілік эффект бойынша 3 класқа жатады.

Оператор жұмыс жасай алатын ұйғарынды арақашықтық (оператордың киімі тығыз материадан жасалған ақ комбинезон):

$$r = (P \cdot \rho \cdot t/(E_o \cdot \varphi))^{1/2} \tag{4.5}$$

мұндағы: ρ – шағылу коэффициенті (ρ = 0,5);
t – ауысым ұзақтығы (t = 28800 с);
φ – сәулелену бұрышы ($\varphi = 2^0$);
E_o – сәулеге шалдығудың максималды энергиясы.

$$E_o = H/\tau^m \quad \text{Дж/м}^2 \tag{4.6}$$

мұндағы: τ – ақ материяның өткізу коэффициенті (τ = 0,1);
m –материя қабаттарының саны (m =1).
а) Біріншілік биологиялық эффект үшін:

$E_{оп} = 114,4/0,1^1 = 1144$ Дж/м^2

б) Екіншілік биологиялық эффект үшін:

$E_{ов} = 7000/0,1^1 = 70000$ Дж/м^2

а) Біріншілік биологиялық эффект үшін:

$r_п = (1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 28800/(1144 \cdot 2))^{1/2} = 0,012$ м

б) Екіншілік биологиялық эффект үшін:

$r_в = (1x10^{-3}\cdot 0,5\cdot 28800/(70000\cdot 2))^{1/2} = 0,002$ м

Есептеулердің қорытындысы бойынша оператор жұмыс жасай алатын ұйғарынды арақашықтық r = 0,012м =1,2 см құрайды.

4.2.2 Бөлмедегі өрт сөндіргіштер санын есептеу

Аэрозольды өрт сөндіру құрылғысын орнатуды есептейік.

Өрт сөндіргіштің салмағын анықтаймыз:

$$q_{O.C} = 1,1 * q_{есеп}(1 + \frac{K_2}{K}) \quad (4.7)$$

мұндағы: $q_{есеп} = K\cdot q_н\cdot W_{бөлме}$ – өрт сөндіруші құралдың есептің салмағы;

К - ескерілмейтін жоғалтулар коэффициенті, ол қорғалынатын бөлмедегі өрт қауіпсіздігінің категориясына байланысты 1,07-1,25 аралығындағы мәнге тең деп алынады;

$q_н$ - өрт сөндіруші жабдықтың өрт сөндіру концентрациясының салмағы, 30% жағылған көмірқышқылы мен 70% бромдық этилдің қоспасы (3,5Б2) үшін 0,22-0,26 кг/м^3;

$W_{бөлме}$ – бөлменің көлемі, м^3, $W_{бөлме}$ = 72 м^3;

K_2 – жүйедегі өрт сөндіруші жабдықтың қалдығын ескеретін коэффициент өрт сөндіруші жабдық түріне тәуелді 0,1-0,4 аралығында алынады.

Осыдан:

$$q_{есеп} = 1.2\cdot 0,24\cdot 72 = 21,6 \text{ кг} \quad (4.8)$$

$$q_{O.C} = 1,1 * 21.6(1 + \frac{0.2}{1.24}) = 43.56 кг$$

Баллондар санын анықтаймыз:

$$n_{БАЛ} = \frac{q_{O.C}}{q_{БАЛ}} \quad (4.9)$$

$q_{БАЛ}$ – баллондағы өртсөндіруші жабдықтың салмағы.

$$n_{бал} = \frac{43,56}{30} = 2$$

Магистральды түтікөткізгіш диаметрін анықтаймыз:

$$d_M = d_C \sqrt{n_{ОДН}} \text{ мм} \qquad (4.10)$$

мұндағы: d_C – жұмыс баллонындағы симфонды түтік диаметрі (10мм); $n_{ОДН}$=2 – берілген бағытта разрядталатын баллондар саны.

$d_м = 10 \cdot \sqrt{2} = 14{,}1$ *мм*

Шығарушы тығындар санын анықтаймыз n_H :

$$n_H = \frac{0{,}85 d_M^2}{d_H^2} \qquad (4.11)$$

мұндағы: d_H – тығын диаметрі, мм.

$$n_H = \frac{0{,}85 \cdot 14{,}1^2}{10^2} = 1{,}68 \approx 2$$

Өрт сөндіруші жабдықтың қорғалынатын бөлмеге шашу уақытын есептейміз:

$$\tau = \frac{q_{ЕСЕП}}{q_T} \le \tau_H \text{ с} \qquad (4.12)$$

мұндағы: q_T = 0,7 кг/с – берілген бағыттағы түтікөткізгіш арқылы өртсөндіруші жабдықтың ортақ шығыны;

τ_H - сөндірудің нормаланған уақыты (150с).

$$\tau = \frac{21.6}{0.7} = 30.85 \le 150c$$

Сонымен берілген шарт орындалады, яғни $\tau_{ЕСЕП} \le \tau_H$.

Жұмыс орнының сағат бойынша өртке төзімділігі:

$$П_0 = К_0 . Т_n \text{ сағ} \qquad (4.13)$$

мұндағы: $К_0$-өртке төзімділік коэффициенті, 2-деңгей үшін 1,5-0,25 тең; $Т_n$-өрттің есептік ұзақтығы, $Т_n$=5 сағ.

$П_0 = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5$ сағ

Өрт болған кезде эвакуация мүмкіншілігін де қарастырған жөн. Эвакуация жолындағы есіктер ғимараттан шығу бағыты бойынша ашылады. Көтерілетін және қозғалатын есік құрылғылары эвакуация жолында болмайды.

Эвакуация кезінде шығатын есіктер бытаратылып орналастырылады. Бір – бірінен минималды арақашықтығы L болатын эвакуациялық шығу есіктерінің арақашықтығын келесі формуламен анықтауға болады:

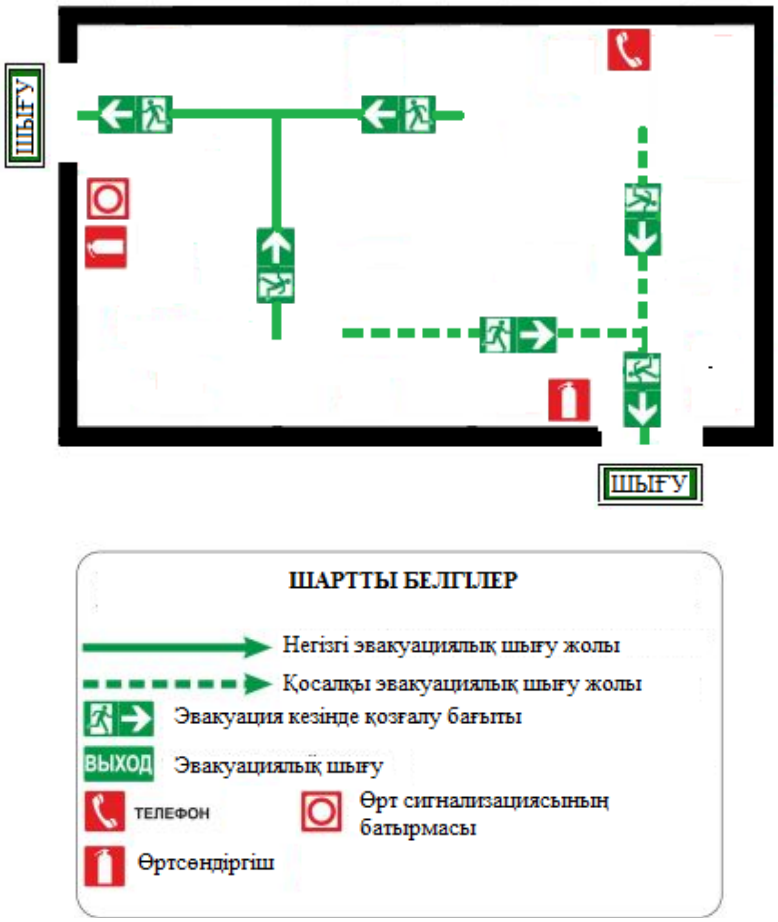
$$L \geq 1{,}5 \cdot \sqrt{P} = 1{,}5 \cdot \sqrt{20} = 5{,}7 \qquad (4.14)$$

мұндағы: P – бөлме периметрі.

$L \geq 5{,}7$ м

4.4 суретте ЛАЦ-тағы өрт кезіндегі эвакуациялық жоспар көрсетілген.

Есептеу қорытындысы ЛАЦ-тағы өрт сөндіргіш құралдың саны 2, эвакуция кезінде шығатын есіктер саны 2, эвакуациялық шығу есіктерінің арақашықтығы 5,7 м.



4.4 Сурет – ЛАЦ-тағы өрт кезіндегі эвакуациялық жоспары

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада тарату жүйесіне талшықты оптикалық желімен талдау жасалды, соның ішінде Аягөз және Мамырсу арасындағы тарату жүйесімен жобалап көрсету. Байланыс сапасын жоғарылату мақсатында екі аралыққа қажетті арналар санын есептеп, нәтижесінде синхронды цифрлық тарату жүйесінің SDH технологиясы STM-1 ағыны таңдалынып, оның жұмысына талдау жасалынды. Жоба жұмысының мақсаты SDH жүйесін магистралды желілерде қолданудың экономикалық тиімділігі және мақсаты болады.Жобаға A-F(ZN) талшықты оптикалық кәбілін таңдадым. STM модулінің құрылымы талданып, оптикалық тарату жүйесінің сенімділігі, оптикалық кәбілдердің шығындары, қабылдағыш оптикалық модульдің сезімталдығы, регенерациялық аймақтың ара-қашықтығы есептелінді.

Жобада техникалық – экономикалық есептеулер жүргізілді. Сондай-ақ, экология және қоршаған ортаны қорғау мәселелері қарастырылды.

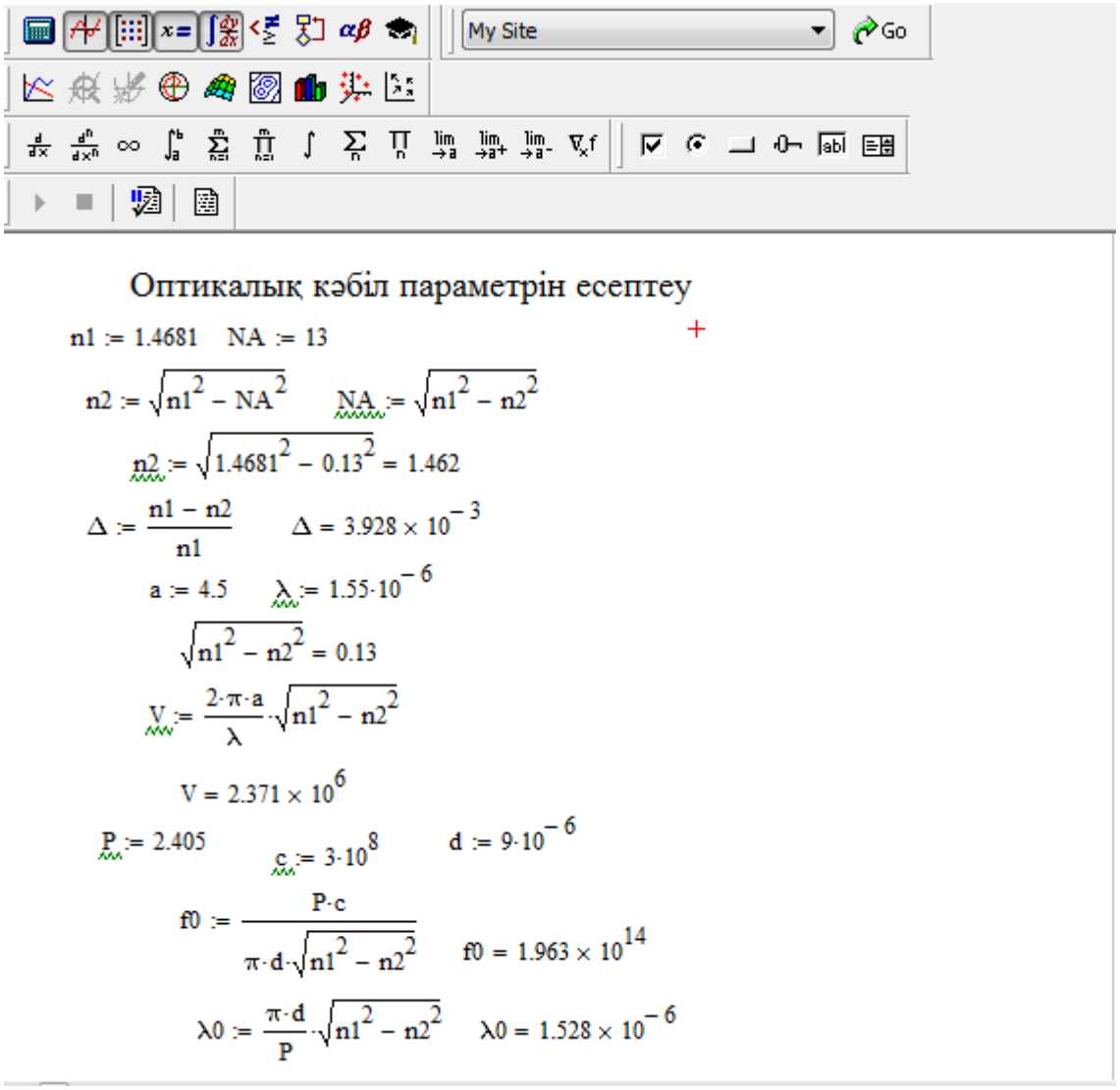
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шмалько А. В. Цифровые сети связи (основы планирования и построения) .- М. Эко- трендз 2001 г.
2. Кемельбеков Б. Ж., Мышкин В. Ф., Хан В. А. Волоконно-оптические кабели – М. 1999 г.
3. Гроднев И. И. Волоконно-оптические линии связи – М: Радио и связь.1990 г.
4. Слепов Н. Н. Синхронные цифровые сети SDH – М: Экотрендз. 1997
5. Убайдуллаев Р. Р. Волоконно- оптические сети.-М. Эко
6. Скляров О. К. Современные волоконно - оптические системы передачи. (аппаратура и элементы). М.СОЛОН-Р 2001 г.
7. Бутусов М. М. Волоконно-оптические системы передачи – М: Радио и связь. 1992 г.
8. Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. и др.; Под ред. Гомзика В.Н. Волоконно-оптические системы передачи: Учебник для вузов. – М. РиС. 1992 г.
9. Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Алматы. 2006 г.
10. Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д. Безопасность при эксплуатации лазерных установок- М. Машиностроени. 1991г.
11. Баева Н.Н. Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов. – М. Радио и связь. 1988 г.
12. Барсков А. Г. SDH от восхода до заката.// Сети и системы связи. – 2000. – № 10. С. 84-87
13. Ким Л.Т. Линейные тракты синхронной цифровой иерархии // Электросвязь. — 1991. — №3.
14. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно оптические сети. – М.: Радио и связь 1998
15. Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Волоконно-оптические кабели. М., 1999.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

ТОБЖ – Талшықты оптикалық байланыс желісі;
ОТ – оптикалық талшық;
ТЖ – Тасымалдау жүйесі;
СЦИ – синхронды цифрлық иерархиясы;
РА – Регенерациялық аумақ;

А ҚОСЫМШАСЫ



Оптикалық кәбіл параметрін есептеу

$n1 := 1.4681 \quad NA := 13$

$n2 := \sqrt{n1^2 - NA^2} \qquad NA := \sqrt{n1^2 - n2^2}$

$n2 := \sqrt{1.4681^2 - 0.13^2} = 1.462$

$\Delta := \frac{n1 - n2}{n1} \qquad \Delta = 3.928 \times 10^{-3}$

$a := 4.5 \qquad \lambda := 1.55 \cdot 10^{-6}$

$\sqrt{n1^2 - n2^2} = 0.13$

$V := \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot \sqrt{n1^2 - n2^2}$

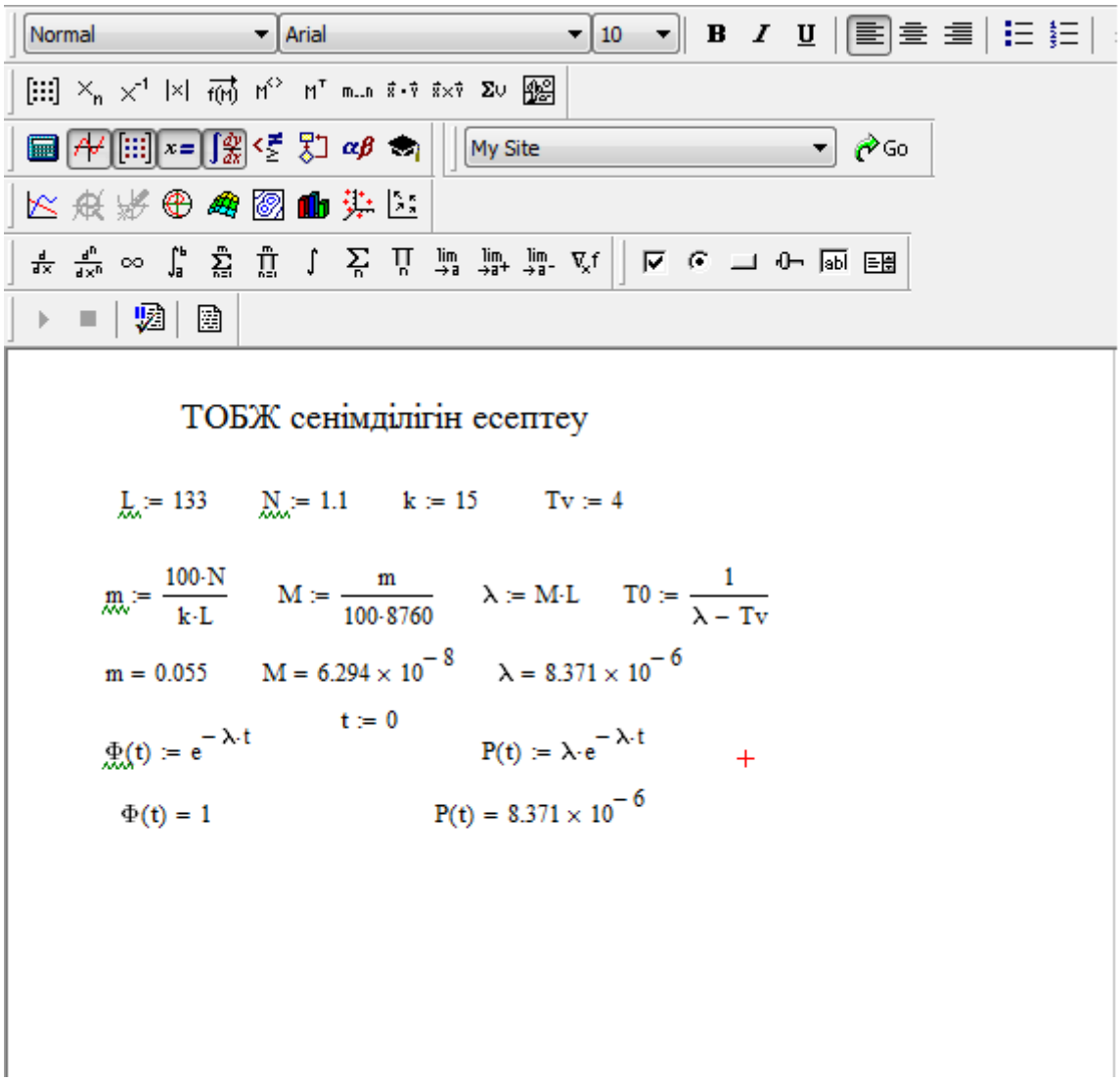
$V = 2.371 \times 10^6$

$P := 2.405 \qquad c := 3 \cdot 10^8 \qquad d := 9 \cdot 10^{-6}$

$f0 := \frac{P \cdot c}{\pi \cdot d \cdot \sqrt{n1^2 - n2^2}} \qquad f0 = 1.963 \times 10^{14}$

$\lambda 0 := \frac{\pi \cdot d}{P} \cdot \sqrt{n1^2 - n2^2} \qquad \lambda 0 = 1.528 \times 10^{-6}$

Ә ҚОСЫМШАСЫ



ТОБЖ сенімділігін есептеу

$L := 133 \quad N := 1.1 \quad k := 15 \quad Tv := 4$

$m := \frac{100 \cdot N}{k \cdot L} \quad M := \frac{m}{100 \cdot 8760} \quad \lambda := M \cdot L \quad T0 := \frac{1}{\lambda - Tv}$

$m = 0.055 \quad M = 6.294 \times 10^{-8} \quad \lambda = 8.371 \times 10^{-6}$

$t := 0$

$\Phi(t) := e^{-\lambda \cdot t} \quad P(t) := \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$\Phi(t) = 1 \quad P(t) = 8.371 \times 10^{-6}$