

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ОӘК 621.3

Қолжазба нұсқасында

Арыстанбекұлы Мұхтар

Магистрі академиялық дәрежесін іздену үшін

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация тақырыбы Кеңжолалты оптикалық рұқсат желілерін
кұрудың әдістерін зерттеу және модельдеу

Мамандық 6М071900 – «Радиотехника, электроника,
телекоммуникациялар»

Ғылыми жетекші,
PhD докторы, сениор-лектор
_____ Н.К.Смайлов
«__» _____ 2020 г.

Оппонент,
Физ-мат.ғыл.канд., АУЭС доценті
_____ Жунусов К.Х.
«__» _____ 2020 г.

Нормобақылаушы:
Сениор-лектор, доктор PhD
_____ А.Хабай
«08» шілде 2020 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
ЭТЖҒТ каф.меңгерушісі
_____ И.Сырғабаев
«__» _____ 2020 г.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6M071900 – «Радиотехника, электроника, телекоммуникациялар»

БЕКІТЕМІН

ЭТЖҒТ каф.меңгерушісі

И.Сыргабаев

« _____ » _____ 2020 г.

**магистерлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант *Арыстанбекұлы Мұхтар*

Тақырыбы: *«Кеңжолалық оптикалық рұқсат желілерін құрудың әдістерін зерттеу және модельдеу»*

Университет ректорының *10.12.2019 ж. № 475-М бұйрығымен бекітілген.*

Дайын диссертацияны тапсыру уақыты *«5» шілде 2020 ж.*

Магистерлік диссертацияға берілген алғашқы мәліметтер: *1) Оптикалық талшық; 2) Lr-pon технологияның архитектурасы; 3) QOS және Gos сапа жүйесі және VOSP жұмыс қабілеттілігі.*

Диссертациялық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Lr-PON технологиясының жұмыс істеу қазғидасы мен құрылымы;*
- б) Оптикалық желілерінің көпарналы технологиялары.Сандық Lr- PON технологиясы;*
- в) Lr-PON технология архитектулалық желінің математикалық модельдеу.Модельдің нәтижелері.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

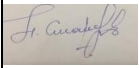
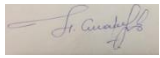
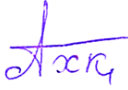
- а) Пассивті оптикалық желі диаграммасы;*
- б) Цифрлы желілік математикалық сұлбалары;*
- в) Синхрондалған OTDM құрылғысының сұлбасы (Жылдамдығы «1550»);*

Ұсынылатын негізгі әдебиет 23 атау: 1) Слепов Н.Н Синхронды сандық желілер. ЭКО-ТРЕНДЗ, Мәскеу, 2000. 2) Дмитриева С.А , Слепова Н.Н., Алексеев Е.Б.,Гальярди В.В. Талшықты-оптикалық технология: Оқу құралы/Connect, 2002. 3) Курицын С. А. Телекоммуникациялық толық жүйелерін құру негіздері: Оқу құралы. 2008.

магистерлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Lr-PON технологиясының жұмыс істеу қағидасы және құрылымы	04.01.2020 -25.01.2020	орындалды
QoS және GoS сапа жүйесі және талшықты-оптикалық беру жүйелері. Lr- PON технологиясы	20.01.2020 -25.02.2020	орындалды
Lr-Pon технология желісін математикалық модельдеу.Модельдеу нәтижелері	25.02.2020 – 01.07.2020	орындалды

Диссертациялық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған бөлімдерге қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диссертация жұмысының тақырыбын талдау	Н.К.Смайлов ,PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы	10.01.2020 ж.	
Теориялық ақпарат	Н.К.Смайлов, PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы	03.02.2020 ж.	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы Хабай А.	20.06.2020	

Ғылыми жетекші



Н.К.Смайлов

Магистрант



Арыстанбекұлы.М

Мерзімі

«_01_» шілде 2020 г.

АҢДАТПА

Бұл диссертацияда талшықты оптикалық жүйелерге негізделген деректерді берудің заманауи әдістері талқыланады. Pon технологиясын қолдана отырып кең жолақты желісін жобалау. Қазіргі уақытта талшықты-оптикалық желілер бүгінгі таңда ең жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді, бұл оптикалық-оптикалық байланыс арқылы деректерді беру технологиясын дамытуға жақсы негіз береді. Өткізу қабілеті секундына (1000 гигабит) жетеді. Ақпаратты берудің басқа әдістерімен салыстырғанда Pon технологиясы пайдалана отырып PON технологияларын қолдана отырып, жалпы құрылымға негізделген, кіріс ағыны арқылы төменгі және жоғары ағым бағыттарындағы процестерді көпфазалық QS модельдеу негізінде бір жалпыланған модель пайдалануға болады. Цифрлік желілерде сигналды тарату және оптикалық желінің пассивті арналарға есептеу жұмыстары мен модельдеу жұмыстары жасалды.

Диссертация шеңберіндегі зерттеулер келесі міндеттерді шешуді қарастырады:

1. Бірінші бөлімінде қазіргі заманауи жүйедегі телекоммуникациялық байланыс жүйелері өрісіне сипаттама беріліп, оның деңгейлері мен тарату көздері қарастырылып, оптикалық желілер жүйесіне тоқталып өтілді.

2. Lr-Pon технология архитектурасының, функционалдығы жоғары жиіліктегі абоненттік сегмент математикалық модельдерге зерттеу жұмыстарын қамтиды.

3. Цифрлік желілерде сигналды тарату және оптикалық желінің пассивті арналарға есептеу жұмыстары мен модельдеу жұмыстары жасалды.

4. Сандық желінің оңтайлы топологиялық сұлбалары мен математикалық есептер және модельдер қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

В этой диссертации обсуждаются современные методы передачи данных на основе волоконно-оптических систем. Проектирование широкополосных сетей с использованием технологии PON. В настоящее время волоконно-оптические сети обеспечивают самую высокую скорость на сегодняшний день, что обеспечивает хорошую основу для развития технологии передачи данных через волоконно-оптическую связь. (1000 гигабит). По сравнению с другими методами передачи информации, использующими технологию PON, основанную на общей структуре, можно использовать одну обобщенную модель, основанную на многофазном моделировании QS нисходящих и восходящих процессов через входной поток. В цифровых сетях передача сигналов и оптическая передача Произведен расчет и моделирование пассивных каналов сети.

Исследования в рамках диссертации предусматривают решение следующих задач:

1. В первом разделе описывается область телекоммуникационных систем в современных системах, рассматриваются ее уровни и источники распространения, а также рассматриваются системы оптических сетей.

2. Архитектура технологии Lg-Pon, высокочастотный абонентский сегмент включает исследования по математическим моделям.

3. Расчет и моделирование передачи сигналов в цифровых сетях и пассивных каналах оптической сети.

4. Рассмотрены оптимальные топологические схемы и математические задачи и модели цифровой сети.

ANNOTATION

This dissertation discusses modern data transmission methods based on fiber optic systems. Designing Broadband Networks Using Pon Technology Currently, fiber-optic networks provide the highest speed to date, which provides a good basis for the development of technology for transmitting data via fiber-optic communication. (1000 gigabits). Compared to other information transfer methods using PON technology based on a common structure, one generalized model based on multiphase modeling of QS downstream and upstream processes through the input stream can be used. In digital networks, signal transmission and optical transmission. Passive network channels are calculated and modeled.

Research in the framework of the dissertation provides for the solution of the following tasks:

1. The first section describes the field of telecommunication systems in modern systems, discusses its levels and sources of distribution, and discusses optical network systems.

2. Architecture of Lr-Pon technology, the high-frequency subscriber segment includes research on mathematical models.

3. Calculation and simulation of signal transmission in digital networks and passive channels of the optical network.

4. Optimal topological schemes and mathematical problems and models of a digital network are considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1. Қалалық масштабтағы байланыс желілерінің қазіргі жағдайын талдау	11
1.1 Қалалық масштабтағы телекоммуникациялық жүйелер құрылысына қазіргі заманғы көзқарас.	10
1.2 QOS және Gos сапа жүйесі және VOSP жұмыс қабілеттілігі	22
1.3 1 тарауға қорытындылар	28
1.4 Жұлдыз тәрізді абоненттік сегмент пен орталық түйінге тәуелсіз бағыттау протоколына негізделген ағаш негізіндегі PON архитектурасының функционалдығын кеңейту әдісі	29
1.5 Жұлдыз тәрізді сплиттерді пайдаланып Lr-PON ағаш тәрізді архитектурасының функционалдығын кеңейту міндеті	30
1.6 Пассивті оптикалық желілердегі ақаулардың түсінігі және жіктелуі	21
1.7 Пассивті оптикалық желінің сенімділігін бағалау әдістемесі	23
1.8 PON желісінің құрылымы	25
1.9 PON жұмыс істеу қағидасы	26
1.10 FTTx технологиясы	27
2. Арнаның спектральды тығыздау технологиялары	30
2.1 Абоненттік тораптардың өзара әрекеттесу процесін модельдеудің негізгі ережелері	34
2.2 Абоненттік тораптардың өзара әрекеттесуінің математикалық моделі	37
2.3 Жұлдыз тәрізді Lr-PON абоненттік сегментіндегі түйіндердің өзара әрекеттесуінің тиімділігін сандық зерттеу	39
2.4 Абоненттік ішкі желі жұлдыз тәрізді доменнің масштабтау стратегиясы	42
2.5 Жұлдызды абоненттік желі үшін бағыттау параметрлерін бағалау әдістемесі	45
2.6 Жұлдыз тәрізді доменнің параметрлерін оңтайландыру ұсыныстар	47
2.7 Тараудың қорытындылары	50
2.8 Цифрлық желілерде сигналдарды бағыттау процесінің бұзылыстарды ескере отырып, математикалық моделдері	51
2.9 Оптикалық желінің пассивті арналарының санын көбейту әдістері	52
3. Сандық сигналдарды бағыттауға арналған қазіргі жаңа тәсілдерді талдау	58
3.1 Пакеттерді бағыттаудың балама процесін статистикалық модельдеу	60
3.2 Асинхронды желіде бағыттау параметрлеріне сегменттердің кедергіге төзімді көрсеткіштерінің әсерін зерттеу	60
3.3 Пакетті бағыттаудың бір бағытты динамикасы	63
3.4 Тараудың қорытындылары	64
3.5 Сандық желінің оңтайлы топологиялық сұлбасын анықтау үшін	65

4.	Сандық сигналдарды статистикалық модельдеу әдістері	67
4.1	Жұлдыз тәрізді Lr-PON үшін оңтайлы кесіндіні табу үшін есептеу тәжірибесінің нәтижелері	69
4.2	Тарауға қорытынды	75
4.3	Толық оптикалық мультиплексорды кіріс сигналмен синхрондау әдісі	76
4.4	Кіріс сигналымен синхрондалған толық оптикалық мультиплексор құруға көзқарас	77
4.5	Синхронизатордың сандық тарату жүйесінде жұмыс істеуін қамтамасыз ететін құрылымдық параметрлерін анықтау	81
4.6	Диссертацияда алынған нәтижелерді пайдалану бойынша ұсыныстар	85
	Қорытынды	88
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	90

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта телекоммуникациялық жүйелер қарқынды дамып келе жатқан сала болғандықтан қала масштабты желілері немесе қалалық телефон желілері, сондай-ақ ведомстволық және корпоративті тарату жүйелері ұсынылған қалалық желілер (жергілікті кәсіпорындар желілерінен дамиды). Жергілікті желілер (LAN) қашықтан қоршауды қосу қажеттілігінің пайда болуымен, сонымен қатар Интернетке қол жетімділікпен уақыт өте келе тығыз біріктірілді.

MAN типтегі тарату жүйелері келесідей сипаттамаларға ие:

- қазірдің өзінде жаңа қызметтер мен қызметтерді енгізуге мүмкіндік беретін, төлем қабілетті халқы бар тығыз қоныстанған аймақта орналасқан, LAN-мен салыстырғанда түйіндердің көптігі жеткілікті кең аймақ;
- габаритті желімен (World Area Networks - WAN) салыстырғанда орташа өлшемді жабдықтар паркі, желіні бір құрылымға немесе корпоративті операторлардың шағын тобына икемді басқаруға мүмкіндік беретін желілік құрылымдар.

Осының бәрі келесі буын желілері (Next General Networks - NGN) тұжырымдамасын белсенді түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді, желіні қамту тұрғысынан және көбінесе қызметтерді ұсынудың кеңдігі мен әртүрлілігінде, оның ішінде Қазақстанда импортталған қызметтерді бейімдеуде, желіні қолдана отырып дамытады.

Бірақ MAN паркінің пайда болу тарихымен байланысты аппараттық парктің гетерогенділігіне байланысты желінің әртүрлі сегменттерінде қолданылатын тарату жүйесінің стандарттарындағы айырмашылық, мүмкін желінің орталық (көп арналы) бөлігін немесе ядросын құруға операторлардың әртүрлі көзқарастары, қарастырылатын желілердің типі, әдетте айтарлықтай гетерогенділікке ие. Бұл әрдайым тиімді модернизация жолын дамыту туралы айтпағанда, «сапа - баға» және «бірліктің берілу құны» сияқты кең таралған критерийлер тұрғысынан оларды оңтайлы пайдалануға мүмкіндік береді.

Байланыс жүйелерінің белгілі математикалық модельдері негізінен үш класты есептерді шешуге бағытталған. Біріншісі - деректерді беру каналында әсер етуші факторларды зерттеу, кейіннен дереккөз алфавитін, әдісін таңдау шуылға төзімді кодтау және т.б. (Шеннон мәселесі), көп арналы байланыс жүйелері-ортогоналдылық пен берілетін сигналдарды кейіннен бөлудің шарттары туралы зерттеулер жүргізілуде.

Уақыт аралығын мультиплекстейтін байланыс жүйелері үшін синхронизацияның оңтайлы техникасын, жиілікті басқару тізбектерінің құрылымын зерттеу, есептердің екінші класы талшықты-оптикалық жүйелердің қуаты мен дисперсиялық бұрмаларын есептеуге арналған (регенерацияның ұзындығы, Rec.G. 681, G.692) талшықты-оптикалық коннекторлардағы, бөлгіштердегі, конверсиядағы және т.б. шығындарды ескере отырып, жеткізілім сапасының талап етілетін деңгейін қамтамасыз ету. Стационарлық жағдайда

аздаған қателіктердің ықтималдығы (PE немесе BER), стационар емес жағдайда мыналар қосылады: қателіктері бар секундтар саны (NES) және қатты зардап шеккен секундтар саны (NMES). NES және NMES параметрлері эксперименталды түрде (жедел өлшеу нәтижелері бойынша) PE параметрі белгіленген мәннен асып, «маскалармен» салыстырылады: «деректер каналы» үшін $0.3 > PE_{nes} > 10^{-9}$, «дауыстық канал» үшін $0.3 > PE_{ncs} > 10^{-6}$, екі типті канал үшін $PE_{nms} > 0.3$. Қазіргі уақытта дамып келе жатқан проблемалардың үшінші класы кезек теориясының міндеттері болып табылатын таратудың басымдылығын ескере отырып, желілік сегменттер арасында трафикті бөлуге арналған. Соңғысы SDH жүйелерінен гөрі тиімді екендігі дәлелденген телекоммуникациялық жабдықтардың ауырлық центрінің асинхронды (статистикалық) мультиплекстеу жүйелері саласына ауысуына байланысты өзектілігін арттыруда. Мұнда біз абоненттердің міндеттері, қолданыстағы жабдықтарға негізделген желіні басқару әдістері және негізделген виртуалды топологияларды құру тиімділігін зерттейміз. физикалық және т.б. Желінің сапасын сандық бағалауды қамтамасыз ету үшін абонентке бағдарланған қызмет көрсету сапасы (QoS) және операторға бағдарланған қызмет көрсету деңгейі (қызмет көрсету деңгейі-GoS) қолданылады. Желілік шешімдерді таңдауда және талшықты-оптикалық беру жүйелерінің (FOTS) архитектурасын оңтайландыруда қолданылатын тарату сапасының критерийлерінің танымал математикалық модельдері қызмет көрсету ішкі жүйелерінің идеалды емес сигналдарын, соның ішінде жабдықтың жұмысындағы мүмкін кенеттен (спазмодикалық) өзгерістерді ескерусіз жасалған. Трафикті қайта бөлу және бағыттау қағидалары нұсқаулықтарда және нормативтік-техникалық құжаттарда (NTD) және т.б. анықталған, телекоммуникация жүйесінің жұмыс жағдайына, қызмет көрсету ішкі жүйелерінің сигналдарын беру әдістеріне, желінің архитектурасына қарамастан. Сандық желілердің жұмысын сипаттауға жүйелі көзқарас бар қолданыстағы оқу және инженерлік әдебиеттер және басқалары бұрмалану мен шу деңгейімен нақты компоненттік сигналдардың сипаттамаларын немесе өткізу қабілеттілігінің статистикалық сипаттағы нақты жұмыс істейтін желісінің жұмыс параметрлерін көрсетпейді. , логикалық және алгоритмдік бұрмаланулар, байланыс желілері мен торап жабдықтарының техникалық параметрлерінен кезекте тұрған хабарламаларды күту уақытының әсері. Берілу сапасын талап етілетін деңгейде қамтамасыз ету міндеті, әдетте, жүйелік қорды негізсіз көтеру арқылы шешіледі, сондықтан берілетін ақпараттың құны. Белгілі әдебиеттерде желіні басқарудың тиімділігін арттыратын және басқару жүйесінің адресін кеңейтуге мүмкіндік беретін оптикалық әдістермен және эффектілермен проблемаларды шешу проблемалары өте аз қарастырылады.

Берілген жүйенің жылдамдығын, көлемін ұлғайту, техникалық қолдану салалары мен тиімділігін кеңейту мақсатында саланың алға қойған жаңа техникалық міндеттері желіні жобалау, басқару және басқару принциптерін модельдеу, кейін оңтайландыру және қайта қарау қажеттілігіне әкеледі. Осыған байланысты, FOTS жобалау мен есептеудің жаңа инженерлік әдістерін құру,

сонымен қатар MAN үшін желілік элементтердің өзара әрекеттесу процестерін оңтайландыру әдістерін, оларды құру мен модернизациялау принциптерін құру шұғыл техникалық міндет болып табылады және қарастырылатын процестерді модельдеу әдістерін жасауды техникалық ескере отырып жасау. MAN қызметі, жабдықтың қасиеттері және әсер етуші факторлар болашағы бар ғылыми сала. Диссертацияда олардың жұмысының тиімділігін арттыратын қалалық масштабтағы талшықты-оптикалық желілерге арналған жаңа математикалық модельдерді, есептеу әдістерін және схемалық үлгілерді жасауға арналған. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері графикалық теорияның ережелерін, кездейсоқ процестерді, дифференциалдық теңдеулерді қолдану арқылы алынады. Математикалық модельдеу әдістері, соның ішінде компьютер қолданылады. Есептік эксперимент қолданыстағы телекоммуникация жүйесінің жұмыс нәтижелерін қолдана отырып жүргізілді.

Зерттеу нысаны-абоненттік бағдарды жүзеге асыру үшін қолданылатын талшықты-оптикалық желілер.

Зерттеу жұмысы: толық оптикалық шешімдерді қолдана отырып, Ir-PON типті желілердің жұмысының тиімділігін арттырудың теориялық, әдіснамалық және практикалық мәселелері.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы практика құндылығы:

1. Оптикалық желі сегменті жұмысының тиімділігін арттыру әдісі әзірленді, ол абоненттік бөлігінде жұлдыз тәрізді сплиттерде пассивті оптикалық желілерді салудың дәстүрлі әдістерінен және олардың А, мекенжайлары негізінде (орталық түйінді пайдаланбай) сегмент ішіндегі абоненттердің өзара әрекеттесуіне арналған қосымша протокол қолданылады. ықтимал ағымдағы жағдайларды ескере отырып.

2. Оптикалық желінің топологиясының параметрлерін анықтау әдісі ұсынылады, ол белгілі параметрлерден ерекшеленеді, өйткені параметрлерді есептеу кезінде хабарламаларды сенімді қабылдау мүмкіндігі, хабарламаларды қабылдау кезінде сәл қателіктер ықтималдығы және абонентке хабарлама жеткізу уақыты бірлескен бағаланды.

3. Есептеулерде цифрлық желінің жұмыс параметрлері ескерілетін дәстүрліден өзгеше, бір және көп жолды графика үшін топологияны таңдаумен, ағынның трафиктік үлестерін анықтауға негізделген сигналды бағыттау әдісі ұсынылған.

4. Топтық абоненттік сигналдағы уақыт интервалының ауытқуын азайту әдісі ұсынылған, ол оптикалық мультиплексорға арналған строб сигналының күйін басқаруға арналған оптикалық сигнал шығаратын талшықты-оптикалық тізбек қолданып желіден өзгеше болады.

5. Практикалық құндылық қаралатын сегменттегі абоненттердің өзара әрекеті міндетіне орталық (жоғары) желі түйінінің ресурстарын түсіру арқылы оптикалық желі сегменті жұмысының тиімділігін арттырудан, сондай-ақ шу иммунитетін және берудің сенімділігін сақтай отырып, ұсынылған хаттаманы және желінің оңтайлы топологиясын қолдану арқылы ақпаратты өңдеу

жылдамдығын арттырудан тұрады. Нормативті техникалық құжаттамада белгіленген және ең көп арнаны ұсынатын деңгейде.

Қорғалатын жаңа ғылыми нәтижелер:

1. Абоненттік бөлікте жұлдыз тәрізді сплиттерді және абоненттің өзара әрекеттесуінің жаңа хаттамасын қолдану негізінде әзірленген оптикалық желі сегментінің жұмыс тиімділігін арттыру әдісі, абоненттердің бір-бірімен өзара әрекеттесу міндетінде орталық (жоғары) желі түйінінің ресурстарын түсіруге мүмкіндік береді, сонымен қатар ақпаратты өңдеу жылдамдығын арттырады.

2. Берілген критерий бойынша желінің оңтайлы топологиясын алуға мүмкіндік беретін, хабарламаны сенімді қабылдау ықтималдығын, биттік қателіктің ықтималдығын және абонентке хабарлама жеткізу уақытын бірлесіп бағалау нәтижесінде есептелген, параметрлері бар TDM мультиплексингін қолдану негізінде жұлдыз тәрізді оптикалық желідегі абоненттік арналар санын көбейту әдісі. Қазіргі стандарттарға сәйкес берілу және сапасын сақтай отырып және түйін дәрежесінің мәнін сақтауды қамтамасыз ететін арналардың ең көп санын қосылуы.

3. Желілік сызықтардың өткізу қабілетінің кездейсоқ мәндерін, кезекте тұрған хабарламаларды күту уақытын және сыртқы бұрмаланулардың әсерін бірлесе ескере отырып әзірленген, ағындардың трафиктік үлестерін және топтық топологияны айқындау әдісі, бұл абоненттік сигналдарды жіберу және жіберудің оңтайлы жолдарын табуға мүмкіндік береді. Хабарламалар мен алгоритмдік дірілдердің терминаларалық кідірістерінің өлшенген сомасын азайту критерийіне сәйкес қызмет көрсету ішкі жүйелерінің сигналдары.

4. Желілік топологияны кейіннен бейімдеу үшін байланыс желілері мен трафик ағымының үлестерін қайта есептеуге мүмкіндік беретін, кіру сигналдарының статистикалық моделін және желілік графикалық желілердің шынайы сенімділігі мен шуылға қарсы иммундық көрсеткіштерін құрайтын есептеу тәжірибесі негізінде телекоммуникация жүйесінің сенімділігі мен шуылына қарсы көрсеткіштерін бағалау және жоғарылату әдістемесі нақты жұмыс жағдайларына байланысты.

5. Абоненттік сигналдарды синхрондауды және TDM құрылғысының сағаттық интервалдарының «маскасын» толқындардың ұзындықтары бар оптикалық сигналдардың фазалық кросс-модуляциялық эффектісін қолдану арқылы түзетуді қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық синхрондау циклын қолдануға негізделген топтық абоненттік сигналдағы уақыт аралықтарының ауытқуын азайту әдісі.

Диссертация кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан, библиографиядан және қосымшадан тұрады.

Бірінші тарауда диссертацияның тұжырымдамасын негіздей отырып, қалалық масштабтағы талшықты-оптикалық көпканалды телекоммуникация жүйелерінің қазіргі жағдайы мен даму тенденциялары талданады. Сервистік ішкі жүйелердің қазіргі жағдайы ұсынылған. Сапа жүйесі мен берілу сапасының өлшемдері, сондай-ақ қабылдау мен желінің жұмысының сенімділігінің төмендеу себептері қысқаша қарастырылады. Зерттеу міндеттері.

Екінші тарауда пассивті оптикалық желілер (Passive Optical Networks Lr-PON) үшін абоненттік сегменттің тиімділігін арттыруды ұсынатын техникалық шешім ұсынылған. Виртуалды топологиялық схема, маршруттау алгоритмі жасалды, беріліс сапасының сандық көрсеткіштері есептелді. Желілік топологияны оңтайландыру мәселесі шешілді, қабылданған болжамдардың дұрыстығы зерттелді.

Үшінші тарау қалалық масштабтағы көп домендік талшықты-оптикалық желінің топологиялық құрылымын дамытуға арналған. Цифрлық желінің нақты сипаттамаларын ескере отырып, көп домендік желі үшін математикалық бағыттау моделі жасалды. Жолдың өткізу қабілеттілігінің кездейсоқ мәні, хабарламаның кезекте күту уақыты және сандық сигналдың логикалық және алгоритмдік факторлардың бұрмалануы қарастырылады. Математикалық өрнектер көп және бір жақты график жағдайында ағындардың трафиктік үлестері үшін алынады. Қабылданған болжамдардың дұрыстығы тексеріледі.

Төртінші тарауда телекоммуникация жүйесі сегментінің құраушы компоненттерін статистикалық модельдеу және техникалық параметрлерге байланысты беріліс сапасы критерийлері (шуылға қарсы иммунитет) және оның жұмысының сенімділік көрсеткіштерін бағалау үшін есептеу эксперименті жүргізілді. Сыртқы әсер етуші фактор тұрақты емес Гаусс заңына сәйкес құрылғылардың функционалдық сипаттамаларының өзгеруіне әкеледі деген болжам бойынша, беріліс сапасы өлшемдерінің мүмкін болатын өзгерісі бағаланады. Логикалық түрлендіру алгоритмдерімен енгізілген қателер ескеріледі. Құрамдас сигналдар екінші ретті Эрланг ағынымен модельденді.

Бесінші тарау толық оптикалық доменді синхронды беріліспен синхрондауды қамтамасыз ететін сервистік желі құрылғысының схемалық моделін жасауға арналған. Соңғысының орындылығы толығымен оптикалық шешім қолданумен байланысты және белгілі синхрондау жүйесін қолдану мүмкін болмады. Эксперименттік зерттеу қондырғысы жиналды, эксперимент әдісі жасалды.

1 ҚАЛАЛЫҚ МАСШТАБТАҒЫ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

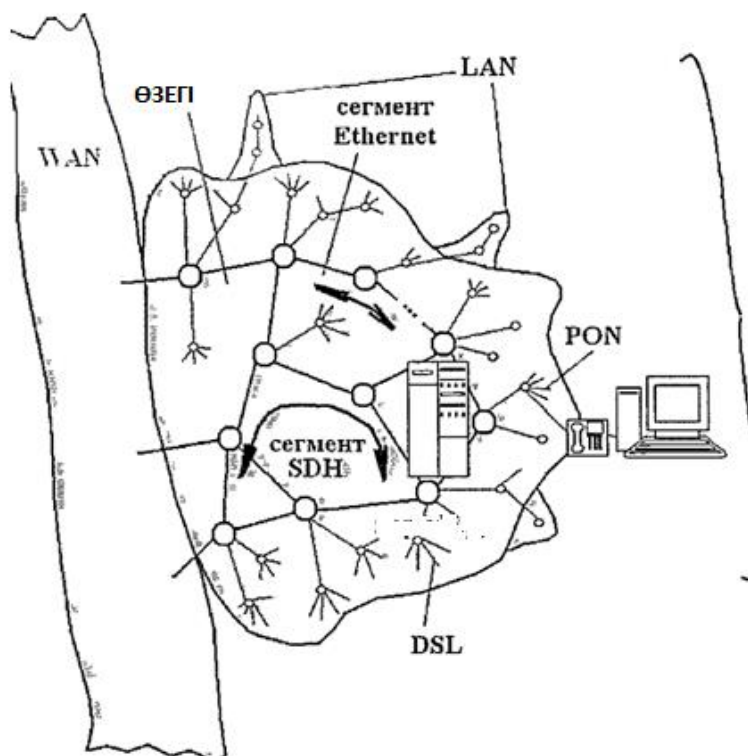
Қалалық ауқымдағы заманауи байланыс желілерін, сондай-ақ тұтасымен телекоммуникациялық жүйелерді оптикалық сигналдың іргелі көп өлшемділігі арқасында жоғары ақпарат сыйымдылығын қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық технологиясыз елестету мүмкін емес, бұл жоғары дәрежесін білдіреді. Оптикалық технологиялар сонымен қатар жоғары берік және сенімді беруді қамтамасыз етеді. Соңғы 5 жыл ішінде талшықты-оптикалық технология едәуір арзандағанын ескерсек, FOTS және білікті қызмет көрсету персоналына арналған өлшеу базасы 15-20 жыл бұрынғыдан әлдеқайда қол жетімді болғандығын ескерсек, байланыс операторлары үшін талшықты-оптикалық технологияны қолдану бағыттың анықтау. Сигналдарды толығымен оптикалық жолмен өңдейтін логикалық элементтер базасының артта қалуына байланысты тартымды оптикалық желілер оптикалық деңгейде белсенді басқаруды қамтамасыз етпейтін PON түрінде ғана жұмыс істейді, бұл, әрине, желінің принциптерінде және онда болып жатқан оқиғаларда елеулі із қалдырады. Атап айтқанда, қарапайым PON абонентке оптиканы әкелу үшін жасалғанына қарамастан, нақты тәжірибеде, тәуелсіз арналар санының жетіспеуіне байланысты операцияны қамтамасыз ете алмайды.

Әдетте, мұндай желілер электронды тоқтатуды қолдана отырып жасалады, бұл олардың даму тиімділігін шектейді. Бұл тарауда қалалық көп каналды талшықты-оптикалық телекоммуникация жүйелерінің қазіргі жағдайына талдау жасалады. Заманауи желілерді құрудың логикалық қағидаты, MAN тапсырмаларында қолданылатын негізгі стандарттар, олардың сипаттамалық топологиялық схемалары қысқаша сипатталған, желінің жұмысының көрсеткіштері сипатталған, сондай-ақ берілу сапасының төмендеу себептері сипатталған. Қолданыстағы MAN негізгі тұжырымдамасы мен кемшіліктері келтірілген. Бірқатар ғылыми проблемалар анықталды. Зерттеу міндеттері қарастырылған.

1.1 Қалалық масштабтағы телекоммуникациялық жүйелер құрылысына қазіргі заманғы көзқарас

Оптикалық талшықты пайдаланатын қазіргі заманғы MAN типтегі байланыс жүйесінің типтік схемасы сур.1.1. Бұл желілер дәстүрлі түрде қалаларды коммуникациямен қамтамасыз ету үшін, сонымен қатар ірі (олармен бірігу) кәсіпорындардың корпоративті және ведомстволық желілеріне қосылу арқылы құрылған қалалық PSTN-ден құрылды. Әр түрлі қалалардың адамдары арасында ұлттық масштабта WAN құратын өзара іс-қимыл орнатылды. Әдеттегідей PSTN де, ведомстволық желілер де көп каналды ретінде

құрылғандықтан, MAN құрылымы көп каналды және кіші каналды перифериялық ретінде де ұсынылуы мүмкін. Шеткі құрамдас бөлікке кәсіпорындардың кіші (жергілікті) желілерін жатқызуға болады.



1.1 Сурет - Типтік желілердің өзара әрекеттесуінің функционалдык диаграммасы

WAN, MAN және LAN Сұлбасы. Кез келген көпканалды телекоммуникациялық жүйеде (МТС) сияқты, MAN терминалды және герметикалық құрылғылардың, байланыс желілерінің, коммутациялық тораптардың, маршрутизаторлардың және т.б. жиынтығын білдіреді. Жабдықтың нақты құрамы және физикалық берілу принципі (оптика немесе мыс) көбіне қайсысына байланысты болады. Соңғы уақытта көптеген операторлар қолданатын және PSTN негізгі қызметтерін ұсынатын Қазақстанда кең таралған TDM технологиясы синхронды тарату жүйесі болып табылады. Қазіргі уақытта синхронды желілердің барлық магистральдық (көп каналды) сегменттері SDH стандартына негізделеді, ал плезиохронды иерархияның (PDH) арналары қолданылады. Осыдан MAN сегментінің SDH сегментінің негізгі бөлігі, әдетте, ~ 600 Мбит / с (STM-4 деңгейі) және / немесе $\sim 2,5$ Гбит / с (STM-16 деңгейі) жылдамдықпен жұмыс жасайтын SDH мультиплексорларына негізделгені анық; олардың арасындағы электр беру желілері ретінде талшықты-оптикалық электр беру желілері (FOCL) қолданылады. Перифериялық бөлік PDH арналары (E1 ағыны және xDSL-тоқтату, EZ аз) немесе 100 Мбит / с дейін Ethernet арналары арқылы қосылады.

Бұл жағдайда перифериялық бөлік негізінен мыс сызықтарына негізделген. Кабельдік теледидар желілерінің (KTV), компьютерлік және компьютерлік желілердің дамуымен Ethernet стандарты айтарлықтай дамыды, ол LAN деңгейінен едәуір асып, MAN сегменттерінің деңгейіне жетеді. Егер бастапқы кезеңде бұл ұйымдар SDH пайдаланатын ірі операторлардан арналарды жалға алған болса, байланыс мәселесі SDH арқылы Ethernet-ті қолдану арқылы шешілді, қазір Ethernet тасымалдайтын көптеген желілер жұмыс істеп тұр. Көлік нұсқасындағы «мыс» Ethernet-ті «оптикалық» Ethernet-ке қарағанда әлдеқайда қысқа қашықтықтарға жіберуге болатындығына байланысты, сонымен қатар «мыс» Ethernet-тің логикалық құрылымы оны көліктік Ethernet ретінде пайдалануды қиындатады, осының бәрі жүйелер үшін ТОВЖ дамуына ықпал етті Ethernet сияқты асинхронды (статистикалық) мультиплекстеу арқылы. Бірақ Ethernet бастапқыда (шын мәнінде, оны компьютерлік жүйелер үшін оны дамыту) бір арналы жүйе болғандықтан және бір арналы берілуде қалалық талшықты-оптикалық байланыстарды пайдалану айтарлықтай тиімді емес болғандықтан, Ethernet желісі келесі бағыттарда дами бастады:

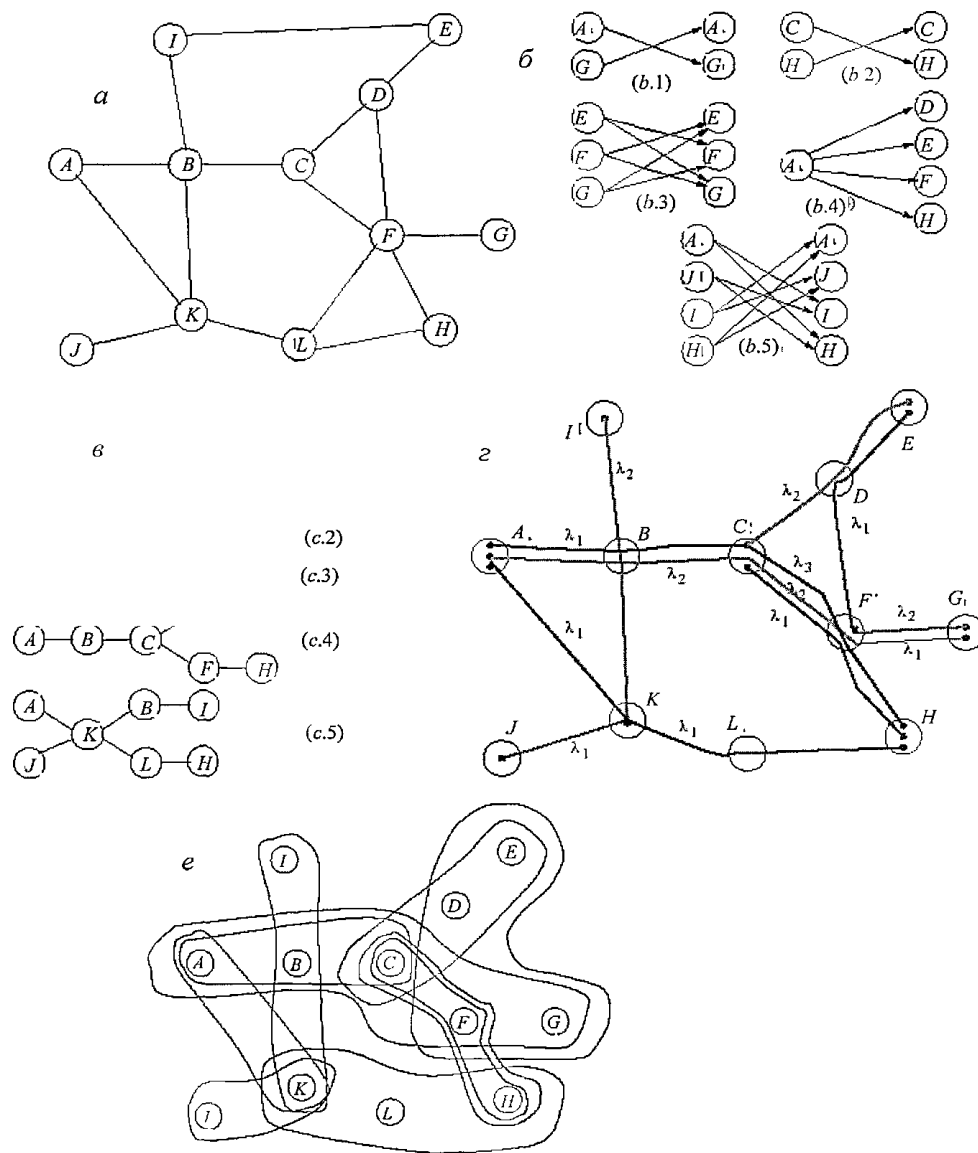
1) FOCL арқылы эфирлік желіні толқындардың көптікестіру стандарттарын - WDM, CWDM және DWDM қолдана отырып, бір оптикалық талшық (ОВ) арқылы бірге берілетін әртүрлі толқын ұзындығында жүргізу керек;

2) «нүктеден-көп нүктеге» дейінгі ағаш топологиясын және пассивті сплиттерді пайдаланатын абоненттер арасында сигналдарды қарапайым бөлудің оптикалық әдісін қолдана отырып, таратылатын телекоммуникациялық тапсырманы орындау;

3) SDH-де қолданылатын дәстүрлі TDM мультиплекстеуін қамтамасыз ету үшін Ethernet стандартын (сигнал құрамы да, жабдық құрамы да) нақтылау, оған бірнеше төмен жылдамдықты ағындарды жоғары жылдамдықты біртұтас жылдамдықты біріктіру әрекеті енгізілді.

Бірінші бағыт WDM спектрлік мультиплекстеу негізінде бастапқы желі көптеген ішкі желілерге бөлінді, олардың әрқайсысы өз толқын ұзындығында жұмыс істейді. сур 1.2 және қай жерде көпір деп аталатын құрылғы желіаралық трафикті қайта бағыттауға жауап берді. Бұл принцип көптеген міндеттерді біріктіріп қана қоймай, желіні көп қызмет ете алады, сонымен қатар көптеген параллельді арналарды қолдану арқылы өсіп келе жатқан трафиктің тиімді берілуін қамтамасыз етеді. Сондықтан трафикті бағыттау міндеті туындады. Ішкі желілер арасындағы байланыс, 1.2-ті қараңыз, екі желіге де көпірдің логикалық тағайындалуы арқылы жүзеге асырылды. Мұндағы маңызды міндет - нақты физикалық желілік топологияға негізделген ішкі желілерді оңтайлы таңдау және сәйкесінше, көпірлерді бөлу, бұл аппараттық құралдарды іске асырумен және, сайып келгенде, шығындардың көлемімен байланысты. Бұл жерде оңтайлыдық критерийі көпірден өтетін кросс-трафиктің минимумы болды. Соңғысы көпірлердің кептелуін азайту үшін, олар үшін үлкен кезектердің пайда болуымен бірге, сонымен қатар желілік ресурстарды үнемдеу үшін қажет: көпір арқылы беру ішкі желідегі ресурстардан екі есе көп

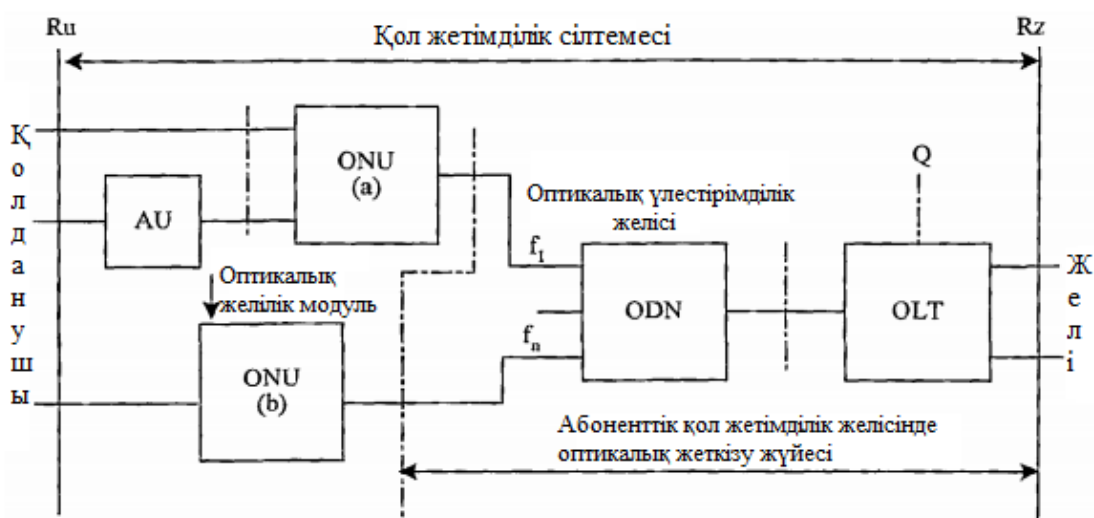
ресурстарды пайдаланады, тіпті толқын ұзындығының саны мен санын пайдалану үшін де. Ішкі желілер арасындағы байланыс, 1.2-ті қараңыз, екі желіге де көпірдің логикалық тағайындалуы арқылы жүзеге асырылды. Мұндағы маңызды міндет - нақты физикалық желілік топологияға негізделген ішкі желілерді оңтайлы таңдау және сәйкесінше, көпірлерді бөлу, бұл аппараттық құралдарды іске асырумен және, сайып келгенде, шығындардың көлемімен байланысты. Бұл жерде Мұндағы маңызды міндет - нақты физикалық желілік топологияға негізделген ішкі желілерді оңтайлы таңдау және сәйкесінше, көпірлерді бөлу, бұл аппараттық құралдарды іске асырумен және, сайып келгенде, шығындардың көлемімен байланысты. Бұл жерде оңтайлыдық критерийі көпірден өтетін кросс-трафиктің минимумы болды. Соңғысы көпірлердің кептелуін азайту үшін, олар үшін үлкен кезектердің пайда болуымен бірге, сонымен қатар желілік ресурстарды үнемдеу үшін қажет: көпір арқылы беру ішкі желідегі ресурстардан екі есе көп ресурстарды пайдаланады, тіпті толқын ұзындығының саны мен санын пайдалану үшін де. Осы жағдайда нақты жерде оңтайлыдық критерийі көпірден өтетін кросс-трафиктің минимумы болды. Соңғысы көпірлердің кептелуін азайту үшін, олар үшін үлкен кезектердің пайда болуымен бірге, сонымен қатар желілік ресурстарды үнемдеу үшін қажет: көпір арқылы беру ішкі желідегі ресурстардан екі есе көп ресурстарды пайдаланады, тіпті толқын ұзындығының саны мен санын пайдалану үшін де. Ішкі желілер арасындағы байланыс, сур1.2-ті қараңыз, екі желіге де көпірдің логикалық тағайындалуы арқылы жүзеге асырылды. Мұндағы маңызды міндет нақты физикалық желілік топологияға негізделген ішкі желілерді оңтайлы таңдау және сәйкесінше, көпірлерді бөлу, бұл аппараттық құралдарды іске асырумен және, сайып келгенде, шығындардың көлемімен байланысты. Бұл жерде оңтайлыдық критерийі көпірден өтетін кросс трафиктің минимумы болды. Соңғысы көпірлердің кептелуін азайту үшін, олар үшін үлкен кезектердің пайда болуымен бірге, сонымен қатар желілік ресурстарды үнемдеу үшін қажет: көпір арқылы беру ішкі желідегі ресурстардан екі есе көп ресурстарды пайдаланады, тіпті толқын ұзындығының саны мен санын пайдалану үшін.



1.2Сурет Топологиялық желі құрлымы а - физикалық топология; б - мүмкін болатын логикалық байланыстар жүйесі; в - логикалық байланыстар аясында жүзеге асырылуы мүмкін маршруттар;г-ішкі желілердің графикалық суреттемесі және виртуалды арналарды электронды түрде көрсету.

Осылайша алынған логикалық ішкі желілер, пайдаланылатын топологиялардың түрлерімен шектелмейді, оларды өз кезегінде бөліктерге де бөлуге болады, бұл белгілі бір жағдайларда ішкі желілерді басқару уақытын қысқартады және болашақта оларды кеңейтуге мүмкіндік береді. Екінші бағыттағы жұмыстың нәтижесінде PON стандарттары бекітілді, олар бастапқыда негізінен KTV сигналын тарату үшін пайдаланылды, ал қазіргі кезде толық қызмет көрсететін мультисервистік желілер үшін Lr-PON келесі сипаттамалары қолданылады (G.983.x стандарты): ATM / SDH APON (ATM) PON, G.983.1); Ethernet жасушалары - EPON (Ethernet PON немесе SDH сигналдары 622 Мбит / с-қа дейін, G.983.2); кең жолақты сигналдар - BPON (кең жолақты PON, G.983.3) және GPON (622 Мбит / с-тан 2,5 Гбит / с-қа дейін,

G.984.1 ... G.984.3 жылдамдықтағы Гигабиттік PON немесе SDH сигналдары). Lr-PON электронды түрде орындалатын TDM тығыздауына берік енгендіктен, бұрын FTTC бағдарламаларын жүзеге асыру үшін осы желілерді пайдалану үшін қолданылған идея (Fiber To The Curb - OВ бірнеше ғимараттарға қызмет ететін оптикалық тарату торабына келеді), FTTB (Fiber to the Building - OВ ғимаратқа жетеді) және әсіресе FTTH (Fiber to the Home - OВ үйге дейін) Қазақстандық желілер үшін қол жетімді емес болып шықты PON енді электронды аяқталмайды. TDM сығылуын қабылдамау және толқын ұзындығын қысуды қолдану тек бір филиалдағы абоненттер саны тұрғысынан жеткіліксіз.



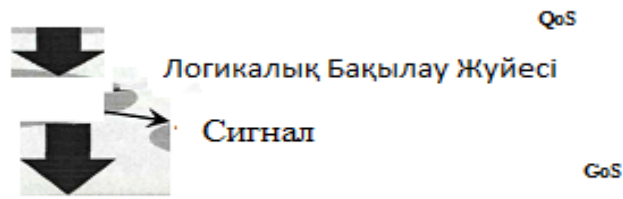
Сур 1.4 Lr-Pon желісінің құрлымы

Үшінші бағыттағы жұмыстың нәтижесінде қоршаған ортаға кездейсоқ қол жетімді технологияның жағымды жақтарын сіңіретін көп арналы жүйе пайда болды. Ethernet және TDM көп арналы, яғни Metro Ethernet деп аталатын SDH. SDH және PDH жүйелері толтырғышқа қарамастан ағымдық (жоғары) ағымға ауысатындығына байланысты, пайдаланушы сигнал болмаған кезде «бос орындарды» береді және сол уақытта кең өткізу қабілеттілігін қажет ететін басқа абонентті күтуге мәжбүр болады. Желілік ортаға кездейсоқ қол жетімділікпен технологияға тиімділік пен жол беру Бірақ, жоғарыда айтылғандай, классикалық Ethernet бір арналы болып табылады, және тасымалдау үшін WDM-қысуды қажет етеді, немесе тіпті SDH қолданады. Егер соңғысын ескермесек, xWDM жүйелері бүгінгі күнге дейін қол жеткізілген TDM тығыздауға деңгейін тиімді түрде алмастыра алмайды. DWDM жүйесі қазіргі уақытта 160 арнадан артық емес (ламбдалар), бұл қалалық желіні айтпағанда, тіпті шағын корпоративті желіге де көп арналы берілудің қажеттілігін қамтамасыз етпейді. Metro Ethernet (ME) жүйесі келесідей жүзеге асырылады. Мультиплекстеу құрылғысының кірісіне 1000 Мбит / с-қа дейінгі

жылдамдықтағы Ethernet ағындары SDH-де жүзеге асырылған топтастыру алгоритміне ұқсас мультиплекстелген, ал шығыс - барлық уақыт аралықтарын қамтитын топтық сигнал, олар қазір қабылданады, бірақ жоғары бит жылдамдығымен, мысалы , 1 немесе 10 Гбит / с. Бірақ SDH-тен айырмашылығы, егер кіретін ағындардың ешбірінде ештеңе болмаса, онда оның жалпы (топтық) ұяшықтағы орнын басқа мультипликатордың пакетіне кезекке тұрған басқа сигнал алады. Бұл қоршаған ортаға кездейсоқ қол жетімділік принципін бергісі келетіндер береді; ал кім үндемейді, өткізу қабілеттілігін алмайды. Metro Ethernet жүйесі қазіргі кезде өте перспективалы, сонымен қатар оптикаға байланыбайды, ол мыспен де жұмыс істей алады. Бірақ екінші жағынан, «ақылды» түрлендіргіш құрылғылардың болуы әр қадамда оптикалық технологияларды және FTTH бағдарламасын іске асыруды айтарлықтай қиындатады. Сонымен қатар, TDM-пломбаларын қолдану, тіпті ортаға кездейсоқ қол жеткізу режимінде болса да, барлық кіретін Ethernet ұяшықтарын оларды топтық бір МЭ-модульге қысу үшін синхрондауды қажет етеді.

Бұдан шығатыны, Metro Ethernet желісінің интеллектуалды мазмұны дәстүрлі Ethernet желісіне қарағанда едәуір күрделі. Бұл хабарламаларды логикалық өңдеу ұзақтығын арттырады және басқару процестерінің толып кетуіне әкеледі. Осы теріс факторды азайту үшін көп хаттамалық жапсырманы ауыстыру (MPLS) белсенді қолданылады. Бұл жағдайда абонентке (жазылушылар тобына) Ethernet пакетіне қосылатын этикетка беріледі, бұл пакет алушының мекен жайы туралы егжей тегжейлі талдаусыз желінің өзегі арқылы өтуін қамтамасыз етеді. Болашақта мультипротоколдың коммутациясының немесе жалпыланған MPLS (GMPLS) тағы үш түбегейлі түрін жүзеге асыруға болады деп болжанады: толқын ұзындығы коммутациясы немесе MPLS, егер затбелгі сигналдың толқын ұзындығына ие болса және физикалық деңгейде талданатын болса. Ұқсас нәрсе суретте келтірілген. 1.2. Одан әрі SDH-тегі уақыт аралықтары ауысады, бұл уақыттық сығымдау үшін емес, протоколға тәуелсіз абоненттердің өзара әрекеттесу протоколы үшін пайдаланылады; және MPLFS, егер затбелгі кабельдегі белгілі бір талшық (оның нөмірі) болса. Немесе дәл солай - оптикалық талшықтардың оптикалық (немесе толықтай оптикалық) коммутациясы жүреді, қажетті бағыттарды қосады.

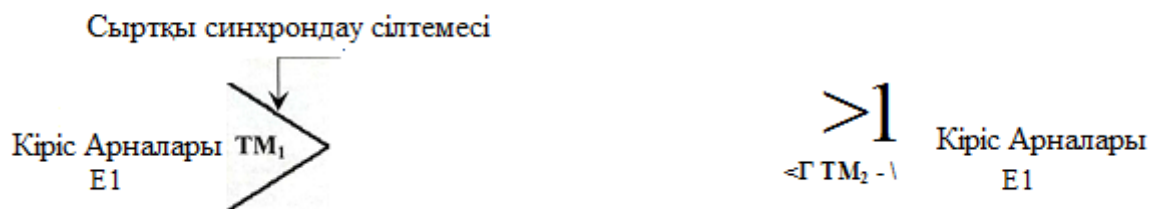
Барлық телекоммуникациялық жүйелер, сонымен бірге MAN, 1.5-суретте келтірілген деңгейлік құрылымға сәйкес құрылған. Мұнда физикалық құрылым оптика немесе мыс, топологияны ұйымдастырудың негізгі қағидаларына сілтеме жасайды, бұған WDM тығыздауының мүмкін еместігі, сонымен қатар сызықтық кодтау, түзету принциптері жатады, бит қателері, сигналды қалпына келтіру және т.б. Логикалық құрылым (үлкейтілген) сигналдарды тасымалдау (төменде) және осы тасымалды басқару (жоғарыда) бақылау міндеттерінен тұрады, яғни ауыстыру (сәл төмен) және бағыттау (сәл жоғары). Тиісінше, қабылданған стандартты жүйелер - QoS және GoS, желінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.



Сур1.5 Байланыс желілері деңгейлерінің жалпыланған құрылымы

Қазіргі уақытта телекоммуникацияда қолданылатын есептеу жүйелері мен IP технологияларының қуатты мүмкіндіктеріне қарамастан, басқару логикасы төменгі, физикалық, деңгейге, атап айтқанда, топологиялық схема мен желінің берілу стандартына байланысты.

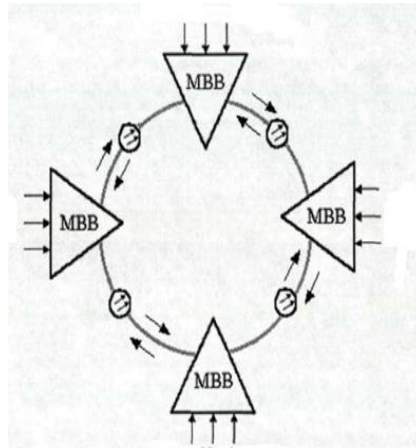
Топологиялық шешімдердің негізгі жиынтығы пайдаланылатын станция жабдықтарының түрін ғана емес, сонымен бірге резервтік әдісті де анықтайды, сондықтан желіні басқаруға болады. SDH үшін нүкте-нүктелік топологияға қосымша, сур. 1.6, «ретті сызықты тізбек» қолданылады, сур. 1.7 кіріс шығыс арналарын және «сақинаны» беру үшін сур. 1.8, бұл резервтік ыңғайлы шешім. Осындай топологиялар Metro Ethernet-те қолданылады, себебі бұл жүйені енгізу үшін жаңа ТОВЖ салу емес, SDH-те бұрын қолданыста болғандар негізінен қайта жөндеуден өткізілді. Дәл сол топологиялық схемалар көршілес А-арналарында берілетін Ethernet-ке тән.



1.6 сурет - «Нүкте-нүкте» топологиясы, ТМ - терминал мультиплексоры

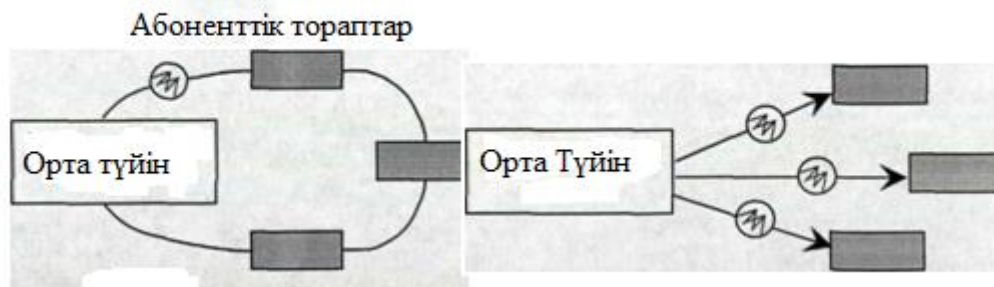


Сурет 1.7 - «Тізбектелген сызықтық тізбек» топологиясы, MVB - шығыс кіріс мультиплексоры



1.8 сурет - «Сақина» топологиясы

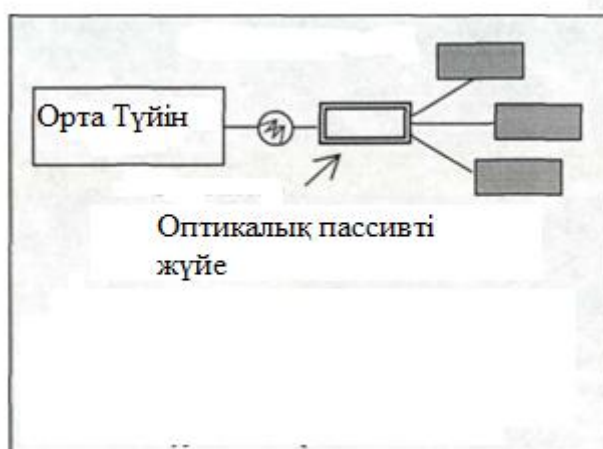
Lr-PON желілері үшін сурет сәл өзгеше. Көптеген жағдайларда PON үшін электр жеткізу желілері нөлден бастап PSTN қызметтерін емес, KTV-ді таратуды мақсат ететін ұйымдар жасаған. PON үшін төрт негізгі топологиялық схема қолданылады: «сақина», «нүктеден-нүктеге» немесе P2P, «белсенді түйіндері бар ағаш» және «пассивті түйіндері бар ағаш» (1.9 сурет - 1.12-сурет). Бірақ інжірде ұсынылса. 1.6 - сурет. 1.8 топология олар үшін қарастырылған барлық стандарттар бойынша беруді қамтамасыз етеді, содан кейін PON-да топология стандартты таңдауды анықтайды.



1.9 сурет - Сақина топологиясы

Сақиналық топология SDH желілерінде өзін жақсы жағынан көрсетті, өйткені магистральды салу кезінде түйіндердің орналасуы жобалау сатысында жоспарланған. Бірақ PON-да абоненттік тораптардың қайда, қашан және қанша орнатылатындығын алдын ала білу мүмкін емес. Пайдаланушылардың кездейсоқ аумақтық және уақытша байланысы жағдайында сақина топологиясы, әдетте, көптеген филиалдары бар қатты сынған сақинаға айналады. Жаңа абоненттер қоңырауды бұзып, қосымша сегменттерді қосу арқылы қосылады. Іс жүзінде, мұндай ілмектер көбінесе бір кабельге біріктіріледі, бұл көп сызыққа ұқсас сақиналардың пайда болуына әкеледі, сонымен қатар «сығылған» сақиналар (collapsed rings), бұл желінің сенімділігін айтарлықтай төмендетеді. Шын мәнінде, сақина топологиясының басты артықшылығы азайтылған. Алайда, PON салу кезінде SDH желілік

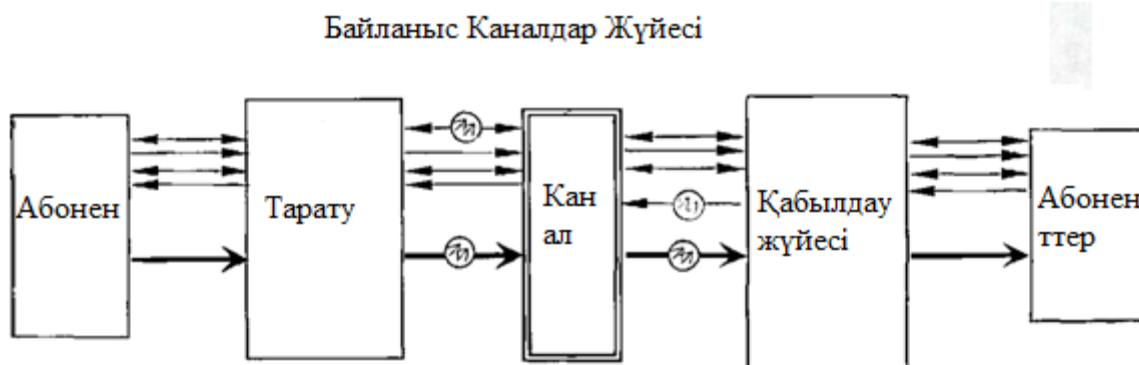
технологиясы қолданылған кезде сақиналық тізбектер қолданылады. «Нүкте-нүкте» немесе P2P (нүкте-нүкте) топологиясы (1.10-сурет) пайдаланылатын желілік технологияға шектеулер қоймайды, кез-келген желілік стандарт үшін де, стандартты емес (меншіктік) шешімдер үшін де қолдануға болады, мысалы, оптикалық модемдерді қолдану арқылы. Берілген ақпараттың қауіпсіздігі мен қорғалуы тұрғысынан, P2P қосқан кезде абоненттік тораптардың максималды қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі, өйткені олар бір-бірімен байланысты емес. Оптикалық талшықты абонентке жеке-жеке қою керек болғандықтан, бұл тәсіл ең үлкен абоненттер үшін ең қымбат және тартымды болып табылады. Белсенді түйіндері бар ағаш »(1.11-сурет) бұл талшықты үнемді шешім, Ethernet стандартына орталық түйіннен 1000/100/10 Мбит / с абоненттеріне белгілі жылдамдықтар иерархиясы сәйкес келеді. Алайда, ағаштың әр түйінінде жеке қуат көзін қажет ететін белсенді құрылғы болуы керек (IP желілеріне қатысты: коммутатор немесе маршрутизатор). Оптикалық сигналмен басқарылатын, жеке талшықты немесе WDM режимінде ақпараттық сигналдармен бірге басқарылатын осындай оптикалық құрылғыларды құру кезінде бұл схема ең танымал болады. Пассивті тармақталған ағаш» немесе P2MP (point to multipoint) топологиялық сызбасына негізделген шешім (1.12-сурет) ағаш түйін сәулесінің талшықты-оптикалық сегментін ондаған абоненттерге орталық түйіннің бір портына қосуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар «ағаштың» аралық түйіндеріне қуат пен техникалық қызмет көрсетуді қажет етпейтін ықшам пассивті оптикалық бөлгіштер (сплиттерлер) орнатылады.



Сур1.11 Оптикалық пассивті тармақталу түйіндері бар оптикалық

Сәйкес PON. сур1.11 Оптикалық талшықтың жалпы ұзындығын азайту арқылы кабельдік инфрақұрылымды үнемдеуге мүмкіндік береді, өйткені орталық түйіннен сплиттерге дейін бір ғана талшық қолданылады, бірақ орталық түйінде таратқыштар мен қабылдағыштар санының қысқаруын (дуплексті арналарды қолданғанда) үнемдеудің тағы бір көзі бар. Бұл ретте екінші факторды үнемдеу кейбір жағдайларда одан да маңызды. NTT бағалауы бойынша орталық торапқа орталық түйінге жақын сплиттері бар Lr-PON конфигурациясы нүктелік желіге қарағанда үнемді, бірақ оптикалық талшықтың ұзындығында іс жүзінде қысқарту жоқ! Сонымен қатар, егер

абоненттерге дейінгі қашықтық пайдалану шығындарын есепке алмағанда аз болса (жақында бұл маңызды фактор болып табылады), орталық кеңседе сплиттері бар PON абоненттік түйіндерге жақын сплиттері бар PON қарағанда үнемді екені белгілі болды. Топологиялық схемалардың қасиеттері мен ерекшеліктері туралы егжей тегжейлі білім оларды желіні басқаруды жүзеге асыру кезінде пайдалануға мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, басқару деңгейін төмендетіңіз, бұл тәжірибе көрсеткендей, желілік процестерді айтарлықтай жылдамдатады. Дәл осы әсерге ие, яғни. басқару жүзеге асырылатын желінің OSI деңгейін төмендету әсері және MPLS қағидаты. Желілік процестерді жылдамдатудың бір жолы - жұмысты толығымен оптикалық немесе фотондық деңгейге ауыстыру. Ақпараттық және телекоммуникациялық индустрияның даму бағыты, жоғарыда айтылғандай, олардың оптикалық желілерге көшуі, соның ішінде басқару мен сигналдарды өңдеудің өзіндік әдістерін қамтиды. АОН-ның басты ерекшелігі - пассивті құрылғыларды іске асыру үшін пассивті оптикалық эффектілерді немесе белсенді басқару құрылғыларын енгізу үшін оптикалық-оптикалық эффектілерді қолдану арқылы оптикалық түрдегі сигналдардың барлық түрлерін орындау. Әдеттегі FOTS-пен салыстырғанда АОН типтік диаграммасы сур.1.13. Қазіргі кезде қолданылатын оптикалық ағынды басқару құрылғылары оптоэлектрондық эффектілерге негізделген немесе сәуленің механикалық қайта бағытын қолданады. Толық оптикалық желілерді егер канал ауыстыруды жүзеге асыру қажет болса және биттерді сериялық немесе параллель ауыстыруға негізделген сигналдарды өңдеу принциптеріне сәйкес белсенді басқару компоненттерінің болмауымен бөлуге болады, сур. . 1.14. Басқару тұрғысынан алғанда, GMPLS АОН-да тиімді пайдаланылатын болады, бұл IP процестерінің толып кетуі қазіргі уақытта пакеттік коммутацияланған ірі желілердегі негізгі «аялдама» орындарының бірі болып табылады. Бұл желіде (желілік сегмент) басқару ресурстарының жетіспеушілігінің туындауына әкеледі, бұл айтарлықтай модернизациялау қажеттілігіне әкеледі.



Сур1.13 Оптикалық Каналдар жүйесінің құрлымы

1.2 QOS және BO8 сапа жүйесі және VOSP жұмыс қабілеттілігі

Телекоммуникация саласындағы жарияланған жұмыстардың талдауы бойынша. Телекоммуникациялық жүйелер дамуының қазіргі тенденциясы

қызмет көрсетілетін нөмірлер санының артуымен желіні нақты кеңейтуге емес, керісінше ұсынылатын қызметтер ауқымын кеңейтуге және олардың әр түрлілігін арттыруға бағытталған. Бұл цифрлық желілердің айтарлықтай функционалдық күрделенуіне, демек, берілудің сенімділігі мен сенімділігіне қойылатын талаптардың жоғарылауына әкеледі. Ашық жүйелердің өзара әрекеттесу моделінің деңгейлеріне сәйкес сапа жүйесі үшін тиісті градация белгіленеді. Жоғарғы деңгейлер үшін (қолданбалы, көріністер, сессия), сызбалық түрде әкімшілік және логикалық басқару элементтеріне біріктірілген сур.1.5, біз физикалық және логикалық көлікке схемалық түрде біріктірілген төменгі деңгейлер (физикалық, канал, желі және көлік) үшін ESSS қызметтерін ұсыну сапасы тұжырымдамасын қолданамыз. 1.5, бұл QoS қызметінің сапасы. Әлбетте, CO8 және b8 параметрлері өзара байланысты және олардың өзара әсерлесуіне сәйкес. Сондықтан, төменгі деңгейлердегі электр беру жүйесінің бұзылуы сөзсіз тұтынушыларға қызмет көрсетудің нашарлауына әкеледі.

C> o8-ге қарағанда b8 параметрлері FOTS-тің техникалық жарамдылығын анықтайтын сандық сипаттамалары болып табылады. Олар шу иммунитеті индикаторларының мәндерін, берілудің сенімділігі мен хабарламаны беру кезіндегі рұқсат етілген кідірістердің мәндерін реттейді, олардың барысында C> o8 пайдаланушыларының жоғары сапалы сипаттамалары орындалады (қанағаттандырылған деп есептеледі). Сонымен қатар, хабарламалардың берілуіндегі кідірістер желінің жүктелуімен және кезектердің сөзсіз болуымен ғана емес, сонымен қатар желілік жабдықтың нақты (түпкілікті) жұмысымен де байланысты, бұл адресатқа түскен кезде оны қайта жіберуге әкеледі. Егер қабылдаудың төмен сенімділігі шуыл иммунитетінің жеткіліксіздігімен және желілік құрылғылардың сенімділігімен байланысты екенін ескерсек, Oo8 жүйесінің тәуелсіз параметрлері, сәйкесінше, мыналарды қамтиды:

1) негізінен биттік қателіктер ықтималдығының мәнімен анықталатын беріліс шуылының иммунитеттің көрсеткіштері, және

2) негізінен сәтсіз жұмыс ықтималдығымен анықталатын сенімділік көрсеткіштері (O).

Егер PE мәнін аналитикалық тұрғыдан да, өлшеу нәтижелерінен де (BER сынағышын қолдана отырып) анықтауға болатын болса, онда O параметрін тікелей алуға болмайды. Демек, желіні басқару стратегиясын және оның стратегиялық жоспарлауын анықтайтын желінің нақты жұмыс қабілеттілігін барабар бағалау бірқатар көрсеткіштерді есептеу әдістеріне байланысты болады.

НТД қабылдаған сенімділік көрсеткіштерін анықтаудың қазіргі кезде қабылданған әдістері, біріншіден, O-ны табуға қатысты жеткіліксіз дамыған, екіншіден, олар зерттелетін объектіге түбегейлі тән барлық мәндердің өзгеруінің статистикалық сипатын ескермейтінін атап өткен жөн. Мысалы, сенімділікті анықтаудың танымал әдісі жүйенің нақты сенімділігі туралы мәселені қарастырмайды. Сондықтан мұндай әдісті қолдану желінің жұмыс қабілеттілігін және GoS параметрлерінің ықтимал өзгеруін болжай алмайтын

және олармен желіні тиімді жоспарлау бағыттарын қамтамасыз етпейтін ағымдағы нәтижелерді алуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандай, FOTS-тің нақты аппараттық өнімділігі желінің аппараттық және топологиялық дизайнына айтарлықтай әсер етеді. Атап айтқанда, аралас типтегі дамыған топологиясы бар қалалық масштабтағы желілер үшін, осылайша жұп жазылушылар арасында бірнеше маршруттар бойынша беруді қамтамасыз ету үшін, маршруттау мәселесі және топологиялық құрылымды сипаттайтын параметрлер өзекті болып табылады. Негізгі параметрлер:

3) абоненттер арасындағы қашықтық (нүктелік-сегменттік қосылыстардағы) - HD хоп арақашықтық, және

4) торап үшін желілік қосылыстар санын сипаттайтын шама, тұрақты токтың қосылу дәрежесі. Маршруттау орнынан желіні оңтайландыру, әдетте, кез-келген абоненттің жұптары арасында хабарлама жіберу кезінде терминалдың кідірісін азайту өлшеміне сәйкес жүзеге асырылады. Егер SDH және PDH коммутацияланған арналары бар синхронды желілер көп жағдайда виртуалды және физикалық желі архитектурасының сәйкес келуімен сипатталса, Ethernet (Metro Ethernet) үшін виртуалды топология физикалық жүйеден айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін. Мұның өзектілігі әр түрлі маршруттар бойынша тасымалдануы мүмкін сәлемдемелерді (ұяшықтар, хабарламалар немесе пакеттер) дербес беруден тұрады (осы сәтте ең аз жүктелген немесе ең тиімді), ең келісілгенді қамтамасыз етеді: мүмкін жағдайда ескере отырып, қызмет көрсету сапасы; трафиктің басымдылығы. Әсіресе, желілер арасындағы топологияның бұған қатысты екендігін ескерсек. Сонымен қатар, маршрутты алдын-ала және барлығын (статикалық бағыттау тапсырмасы) алдын-ала таңдап, процесте анықтауға болады (динамикалық бағыттау тапсырмасы) Бұл жерде оңтайландыру критерийі ықтимал трафиктің саны болуы мүмкін, сандық бағалау үшін біз бағдар коды сияқты параметрді қолданамыз .. Тапсырмалар: бағыттау көптеген домендік желілер үшін әлдеқайда күрделі, өйткені азайтуға тағы бір талап қосылады; желіаралық (көпірлік) трафик, қақтығыстардың көбеюі мен таратпау салдарынан өмір сүру қабілетінің жоғарылауы (бұл сонымен қатар домен құрылымын ұйымдастырумен байланысты) және т.б.

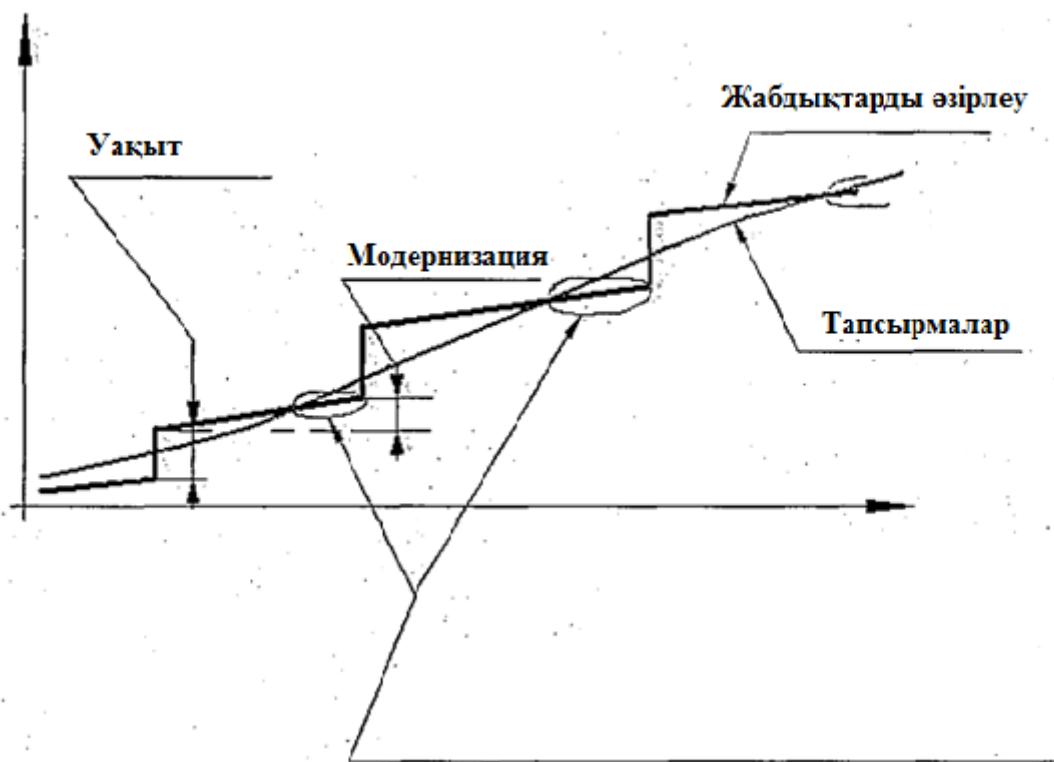
FOTS MAN-ның қазіргі жағдайын талдау көрсеткендей, ең белсенді дамып келе жатқан желілер мультисервистік қызметтерді енгізудің кеңдігі, сондай-ақ оптикалық технологияларды тарту тұрғысынан. 1.15 - телекоммуникация жүйелерінің үш сипаттамалық түрінің салыстырмалы диаграммасы. Көбінесе .MAN сегменттері негізделген: POn WDM Ethernet, POn VDM SDH, WDM SDH және Metro Ethernet. Стандарттардың әрқайсысының MAN ретінде қолданған кездегі артықшылықтары мен кемшіліктері бар, олар кестеде келтірілген. 1.1.

Қорытынды ретінде қоршаған ортаға статистикалық қол жетімділікті, атап өтуге болады. Ethernet жүйесі. Суретте. 1.16. осы желілерге арналған бағыттардың даму диаграммасы келтірілген, бірақ MAN-Ethernetтің маңызды

кемшіліктерінің бірі тасымалдауды басқарудың логикалық деңгейінде, «аялдама орталықтары» деп аталатын орындардың көп болуы, нәтижесінде пакеттік кезектерге әкеледі. Жағдайды «шешу» үшін сигнал пакетіне сандық белгіні енгізуге және сол арқылы желіні басқарудың деңгейін төмендетуге негізделген MPES технологиясы қолданылады. Бірақ мұның бәрі «ақылды» IP құрылғыларының көп мөлшерін қолдануды қажет ететіндіктен, MP8-Meiche & e жүйесін толық оптикалық технологияға, тіпті желінің өзегінде, сыртқы құрылғыларды айтпағанда, өткізу мүмкін емес. Сондықтан, желінің тиімділігін арттыру үшін толықтай оптикалық технологияларға сүйене отырып, бақылау деңгейін төмендететін әдістер мен тәсілдерді әзірлеу қажет. MAN-мен көп байланыстырылған құрылымдар жеке мәселелерді шешуді талап етеді: барлық жұп абоненттер арасындағы логикалық қашықтықтағы (hop distance) айырмашылықты азайту үшін топологиялық құрылымды оңтайландыру; барлық түйіндер бойынша «түйіннің қосылу дәрежесі» параметрінің біркелкілігі және минимизациясы; барлық жұп абоненттер арасында берілу кезінде QoS параметрлерінің біркелкілігі. Бір және көптеген домендік желілер үшін барлық жұп жазылушылар арасында терминаларалық хабарлама кідірістерінің минималды уақытын беретін маршруттау мәселелерінің жаңа шешімдерін іздеу қажет. Сигнал тасымалдаушыларды (толқындардың ұзындығы, уақыт аралықтары және т.б.) бірнеше рет пайдалануына байланысты арналар санын кеңейту мәселесін шешетін домендік желі құрылымдарын құрудың жаңа тәсілдерін іздеу қажет.

Бұл көзқарас маңызды даму болып табылады; желілердің нақты тиімділігі мен тиімділігін бағалауға жоғары технологиялық тәсілдерді қолдану арқылы GoS және QoS параметрлерін жақсарту әдістері. Нақты желілік практикада телекоммуникациялық міндеттерді шешуге арналған құрылғы сипаттамаларын өте дәл таңдау әрдайым мүмкін емес екенін есте ұстаған жөн, бұл әсіресе VLAN операторларына тән. Қаржылық жағынан ғана емес, сонымен қатар кадрлармен байланысты нақты шектеулер кез-келген жаңадан шешілген проблема үшін өз уақытында желіні жаңартуға мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, операторлардың өміріне байланысты телекоммуникациялық міндеттер үнемі жаңа функцияларды жүзеге асыруды талап етеді. 1.17. Оператордың жаңа тапсырманы орындауға деген талпынысы мен нақты беру жүйесінің

техникалық мүмкіндіктері арасында алшақтық пайда болады;



Сур1.17 Желінің техникалық жабдықталу деңгейінің даму диаграммасы және тарату жүйелері шешетін міндеттері

Бұл жаңа жабдықтың негізінде немесе оны модернизациялау құнын азайту үшін жаңадан туындаған мәселені шешу үшін электр беру жүйесінің техникалық және жобалық параметрлерінің оңтайлы векторын таңдауды қажет етеді. Бұл жағдайда белгілі бір жаңа желілік қосымшаны «іске қосу» мүмкін бе немесе жоқ па деген сұраққа білікті жауап тиісті аналитикалық модельден кейін ғана мүмкін болады. Басқаша айтқанда, жабдықты едәуір модернизациялау мүмкін емес (мағынасы жоқ) және желінің жұмысын тек білімге негізделген нақтылау (түзету) әдістерін қолдану арқылы жақсартуға болатын кезде әрдайым және түбегейлі осындай аралықтар болады. Осылайша, перспективалы телекоммуникациялық жүйелерді ойдағыдай дамыту және құру мүмкін емес, олардың көп компонентті қосылыстарының стандартты емес нұсқаларын зерттейтін және олардың жұмысын жақсарту мүмкіндіктерін зерттейтін FOTS көп арналы математикалық және логикалық схемалардың жаңа модельдерін жасаусыз мүмкін емес. Бұл жұмыста біз цифрлық сигналдың күрделі құрылымының мүмкін бұзушылықтарының уақыт интервалының ауытқуының аддитивті шуылын және байланыс желілері мен байланыс станциялары жабдықтарының нақты жұмыс қабілеттілігін (қызмет көрсету уақытын тиеу) ескере отырып, жаңадан алынған желілер үшін оптикалық шешімдер мен желілік процестерді модельдеу арқылы желінің параметрлерін оңтайландыру әдістерін жасауды мақсат етіп қойдық.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер тұжырымдалады және шешіледі:

1) Абоненттер бір-бірімен өзара әрекеттескен кезде, сондай-ақ сигналдарды өңдеу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік беретін, жоғары деңгейлі торап түйіндерінің ресурстарын түсіруге мүмкіндік беретін оптикалық желілердің жұмысының тиімділігін арттыру әдісін әзірлеу.

2) қызмет көрсету сапасын және түйіндік байланыс дәрежесін сақтау кезінде абоненттік арналардың санын оңтайлы көбейтуге мүмкіндік беретін әдісті әзірлеу.

3) ағындардың трафиктік үлестерін және фазалық ағындардың (джиттердің) деңгейін және терминалдар аралық кідірістердің өлшенген сомасын азайту критерийі бойынша қызмет көрсету ішкі жүйелерінің сигналын берудің оңтайлы жолдарын табуға мүмкіндік беретін көп және бір бағытты графигтің топологиясын анықтау әдісін әзірлеу.

4) телекоммуникация жүйесінің сенімділігі мен шуылға қарсы көрсеткіштерін бағалау мен жоғарылатудың есептеу әдістемесін әзірлеу, бұл байланыс желілерінің өткізу қабілеттілігін және ағындардың трафик үлестерін кейіннен желінің топологиясын нақты жұмыс жағдайларына бейімдеу үшін қайта есептеуге мүмкіндік береді.

5) толық оптикалық шешімді қолдана отырып, біріктірілген абоненттік сигналдағы уақыт интервалының ауытқуын азайтуды қамтамасыз ететін әдіс пен схеманы әзірлеу.

Талшықты-оптикалық телекоммуникациялық жүйелер, желілік құрылғылардың маңызды артықшылықтарымен қатар есептеу және басқарудағы белгілі тәсілдер бірқатар техникалық кемшіліктерге ие және жетілдіруді талап етеді. Қалалық масштабты көпканалды талшықты-оптикалық желілердің қазіргі жағдайын талдау негізінде жаңа желілік құрылымдардың модельдерін құруды жедел техникалық міндет деп санауға болады, ал олардың сипаттамаларының математикалық модельдері перспективалы ғылыми бағыт болып табылады.

1.3. I тарауға қорытындылар

1. VOSP MAN қазіргі жағдайын талдау оптикалық технологияларды қолдану ауқымын, атап айтқанда пассивті оптикалық желілерді енгізуді көрсетті. Бірақ әйгілі Lr-PON топологиялары орталық станцияның шамадан тыс жүктелуіне және оның ресурстарын, мысалы көрші абоненттердің өзара әрекеттесуінде тиімсіз пайдалануға әкеледі. Сонымен қатар, PON арналарының санының жетіспеушілігіне байланысты электронды тоқтату сөзсіз қолданылады, бұл абонентке оптика жеткізу үшін осы желілерді құрудың негізгі идеяларына қайшы келеді.

2. Арналар санының көбеюі Metro Ethernet жүйелерін қолдану арқылы сәтті шешілді, онда ортаға статистикалық қол жетімділікпен TDM-мультиплекстеу жүзеге асырылды. Бірақ желі көптеген күрделі логикалық операцияларды қажет ететіндіктен, оптикалық технологияларды тиімді түрде

іске асыру мүмкін емес. Әйтпесе, операторларға қол жетімді емес толық оптикалық белсенді логикалық құрылғыларды пайдалану қажет.

3. Пакеттік кезектердің пайда болуына әкелетін «жабылатын» жерлерді жоюдың тиімді әдісі логикалық бақылаудың желілік деңгейін төмендету болып табылады. Басқару логикасын IP қабатынан маршруттау деңгейіне ауыстыруды қамтамасыз ететін MPLS технологиясы жақсы жолға қойылған. Алайда, жалпыланған MPLS-ке көшу оптика, соның ішінде физикалық деңгейден жоғары деңгейлерді, толық көлемде енгізуді талап етеді. Тасымалдауды (аппараттық) бақылау деңгейінің одан әрі төмендеуі, әсіресе оптикалық эффектілер толықтай болса, желінің жылдамдығын одан әрі арттыруы мүмкін.

4. Желілердің тиімділігін бағалаудың қолданыстағы әдістері көп домендік желілерде маршруттау мәселелерін шешуді білдірмейді. Сервистік ішкі жүйелерде болып жатқан нақты процестер зерттелмеген. Есептеудің жеткіліксіз нәтижелерін алу желінің жай-күйін бейнелемейді, сондықтан басқарудың және модернизацияның оптималды құрылымын құруға мүмкіндік бермейді. Осы жағдайда телекоммуникация жүйелерінің сапалық көрсеткіштерін техникалық құжаттамаларға сәйкес сақтау кейбір жағдайларда негізсіз қымбат пайдалану қажеттілігіне әкеледі.

5. Қазіргі заманғы қалалық тарату жүйелерін талдау қазіргі уақытта GoS көрсеткіштерін есептеуге жеткіліксіз көңіл бөлінетіндігін көрсетті. Маршруттау есептерін шешуде қолданылатын әдістер физикалық топологиялық схеманың қасиеттерін талдаумен байланысты емес. Топологияның ерекшеліктерін қолдана отырып, белгілі бір желілік проблеманы шешуге болатын жағдайлар бар.

Бұл жағдайлар техникалық қосымшалардың қолданылу аясын шектейді, OSB MAN-да олар желілік жүйенің жеткізілімін шамадан тыс көбейту қажеттілігіне алып келеді, бұл олардың құрылуы мен қызмет көрсету құнын арттырады, сол арқылы берудің тиімділігін төмендетеді. Телекоммуникациялық жүйелер саласындағы жағдайды талдау нақты цифрлық сигналдарды беру процестерінің жаңа математикалық модельдерін, желілік құрылғылар мен құрылымдарды аяқтау әдістерін және цифрлық желілерді жүйелік құру тәсілдерін әзірлеу кезек күттірмейтін техникалық міндет екенін көрсетті.

Танымал ағаш тәрізді (1xN) сплиттерді абоненттік сегменттегі жұлдыз тәрізді (NxN) сплиттерге ауыстыру арқылы пассивті толығымен оптикалық шешімді қолдана отырып, PON ағаш тәрізді архитектурасының функционалдығын кеңейту мәселесі тұжырымдалды. Ұсынылған жағдайға байланысты желілік процестер тұрақты болады деп болжанатын бір сегменттік маршруттаудың математикалық моделі жасалады. Абоненттік топтардың бір-бірімен әрекеттесуі үшін алгоритм ұсынылады. Қарастырылып отырған сегментте ұсынылған алгоритм бойынша абоненттік тораптардың өзара әрекеттесуінің ықтималды моделі жасалды. Қарастырылып жатқан бір немесе басқа мемлекеттерде орналасқан сегменттік станциялардың санын сипаттайтын қатынастар алынды, бұл GoS-тің денсаулық көрсеткіштерін модельдеуге мүмкіндік береді. Абоненттік ішкі желінің жұлдыз тәрізді доменін масштабтау

тәсілі ұсынылған және жұлдыз тәрізді доменнің параметрлерін оңтайландыру бойынша ұсыныстар жасалынған.

2 Жұлдыз тәрізді абоненттік сегмент пен орталық түйінге тәуелсіз бағыттау протоколына негізделген ағаш негізіндегі PON архитектурасының функционалдығын кеңейту әдісі

2.1 Жұлдыз тәрізді сплиттерді пайдаланып Lr-PON ағаш тәрізді архитектурасының функционалдығын кеңейту міндеті

Заманауи инфокоммуникацияларда бағдарламалық қамтамасыз етуді кеңінен қолдануға қарамастан, жаңа буын желілерін құруға деген көзқарас екі бірдей бағытты қамтиды. Олардың бірі икемді қосқышты (Softswitch) қолдануға және, сәйкесінше, желіні басқарудың бірқатар міндеттерін аппараттық шешуге негізделген, екіншісі бағдарламаланатын мультимедиялық платформаны (IP Multimedia Subsystem - IMS) және желілік бағдарламалық қамтамасыз етуге негізделген шешімдерді қолдануға негізделген. IMS қолдану «ыңғайлы», сондықтан ең перспективалы шешім болып көрінуі мүмкін, бірақ желілік процестердің нақты тәжірибесі IP процестерімен, соның ішінде компьютерлік жүйенің жадына бірнеше рет кіруді қосатын басқа желіні көрсетеді және тиімділікті арттырады. телекоммуникациялық жүйенің жұмысы «бағдарламалық қамтамасыздандыру» жұмысының бір бөлігін «аппараттық» деңгейге көшіру арқылы ғана мүмкін болады, яғни. тапсырма орындалып жатқан желі қабатын төмендету. Бұл сонымен қатар пакетті жылжыту функциялары орындалатын желінің деңгейін төмендету арқылы желінің жоғарылау өнімділігін қамтамасыз ететін протоколға (MPLS) тәуелді емес, жапсырмаларды ауыстыру режимін енгізудің сәттілігі мен кеңдігін растайды.

Осы жұмыстың 1-тарауында көрсетілгендей, желіні басқаруға «аппараттық» операцияларды тарту тенденциясы Lr-PON жобаларында да байқалады. Бірақ жоғарыда айтылғандай, ағаш тәрізді конфигурациясы бар әйгілі PON құрылымын AON типті желілерге жатқызуға болмайды, өйткені PON-лар міндетті түрде электронды тоқтатуы керек және абоненттің жұмыс станциясына оптика әкелмейді. Соңғысының қажеттілігі толқын ұзындығы бойымен мөрленген арналардың аздығына байланысты. Өздеріңіз білетіндей, DWDM жүйесі қазіргі уақытта қалалық арнаны айтпағанда, көп арналы берілістің, тіпті шағын корпоративті желінің қажеттілігінің «таза» формасын қамтамасыз етпейтін 160 арнаны ұсынады. Сондықтан оптикалық арналарды мультиплекстеу әдетте SDH-мен бірге қолданылады. Бір спектрлік диапазонда толқын ұзындығы бойынша 160-тан астам сығылған арналар санының ұлғаюы сөзсіз каналдың ені мен канал аралықтарының тарылуына әкеледі. Бұл өз кезегінде канал сигналдарын өзара бұрмалау үшін қолданылатын техникалық құралдарды сақтай отырады.

Бұл желінің функционалдығын сипаттайтын тәуелсіз арналардың саны, бұл жағдайда оптикалық, өйткені ол абоненттердің санын ғана емес, сонымен қатар желіні көп қызметті ететін тәуелсіз қызметтер санын да көрсетеді. Мысалы, Triply Play жаңа буын қызметінің тұжырымдамасы ең аз жиынтық

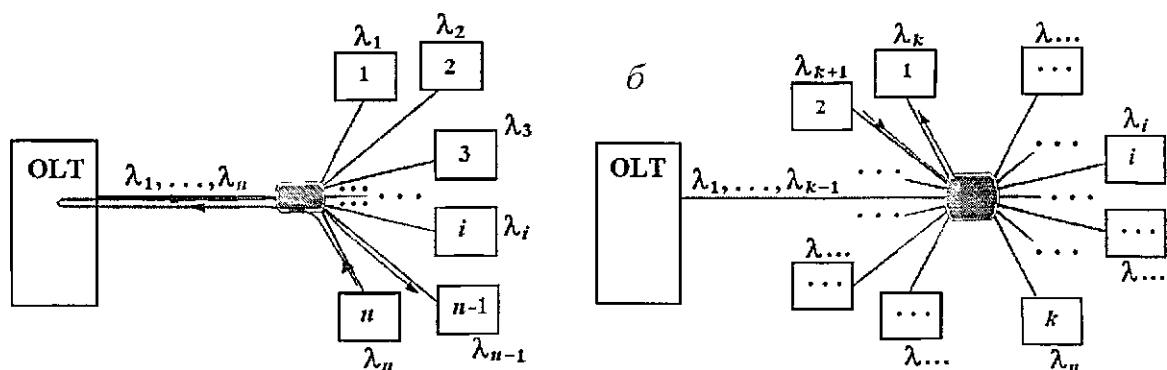
ретінде бір уақытта бейнені (әдетте теледидар) дауыстық қосылыстар мен деректерді ұсынуды қамтиды. Қазіргі уақытта, телекоммуникациялық жабдық өндірушілерінің оптикалық технологияларды кеңінен қолдану туралы кең көлемді мәлімдемесіне қарамастан, SDH немесе Metro Ethernet стандарттарына негізделген электронды құралдарды, негізінен TDM жабдықтарын қолдана отырып, өткізу қабілетінің едәуір кеңеюіне қол жеткізілді. Көп арналы желіге электронды құралдарды қолдану арқылы қол жеткізіледі немесе «электронды көп арналы» бар деп айта аламыз.

Белгілі бір дәрежеде GMPLS аясында енгізілген және желіні бірнеше домен жасауға мүмкіндік беретін А-коммутаторы желі функционалын оптикалық жолмен арттыруға мүмкіндік береді. Бүгінгі таңдағы мағынада ауысу сигналдың толқын ұзындығын әр түрлі сегменттер бойынша бірізділікпен өтуін қайта құрылымдауды (түрлендіруді) қамтиды, осылайша оның мәні осы байланыстағы басқа сигналдың толқынымен сәйкес келмейді. Берілудің бұл параметрі толқын ұзындығының түрлендіргіштерін физикалық деңгейде және жоғары «ойлау» бағыттаушы құрылғыларды қолдануды қажет етеді, бұл желідегі арналарды толқын ұзындығы бойынша сығуды пайдалануға мүмкіндік береді, бірақ абоненттердің жалпы санын көбейте алмайды.

Осылайша, оптикалық эффектілер желілік операцияларды орындауға қатысқан жағдайда және желінің оптикалық бөлігінің дамуы физикалық және жоғары OSI деңгейлерінде қолданылған жағдайда кең жолақты берілісті қамтамасыз ету мүмкіндігін зерттеу өзекті мәселе болып табылады. Мұнда «желінің оптикалық бөлігін дамыту» «аппараттық» функциялардың электронды құрылғылардан оптикалыққа ауысуын, сондай-ақ абонентке «оптика» функциясын тек физикалық желіні ғана емес, сонымен қатар сигналдарды өңдеу логикасын да кеңейтуді білдіреді.

Дәстүрлі PON схемасына сәйкес (2.1, а-сурет) OLT жоғары орналасқан басқа желілік сегменттерге деректерді немесе дауысты беру үшін теледидарлық қызметтерді ұсыну өте ыңғайлы, егер әрине арналардың саны жеткілікті болса. Егер көршілес PON абоненттері бір-бірімен байланысқысы келсе онда сигнал қайтадан OLT арқылы өтуі керек, бұл желілік ресурстарды тиімсіз пайдалануға әкеледі (2.1, а-суреттегі сигналдарды беру бағытын көрсетілген).

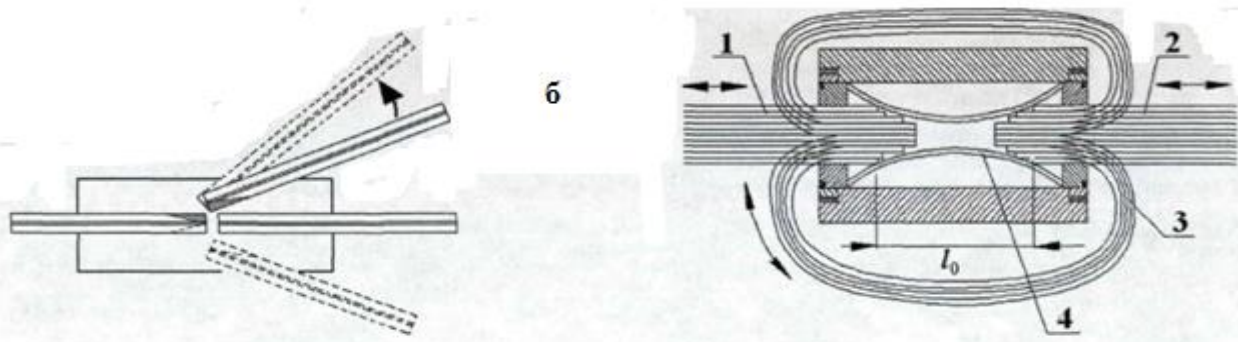
Ішінара түсіру OLT мәселесін шешу үшін $I \times N$ сплиттерін жұлдыз тәрізді $N \times N$ типіне ауыстыру ұсынылады (2.1, б-сурет). Бұл жағдайда, егер арналар саны бойынша ресурстар жеткілікті болса, сіз OLT-мен өзара әрекеттесуді, сондай-ақ желілік сегменттің абоненттері арасында орталық түйіннің ресурстарын пайдаланбай-ақ пайдалана аласыз.



2.1 сурет - Пассивті оптикалық желінің абоненттік бөлігінің қосылу диаграммасы:

а - диаграмма Lr-Pon; б-ұсынылған конфигурация «PON-жұлдыз», онда толқындардың «бірінші сызығы» $X_1 \dots X_k$ (мәндердің толық жиынтығынан) OLT-мен өзара әрекеттесу үшін қолданылады; және толқын ұзындығының «екінші сызығы» $X^{i_1} \dots X^{i_n}$ - желі сегментінің абоненттері арасындағы өзара әрекеттесуі үшін. Сплиттер барлық толқын ұзындығын бірдей тарату коэффициенттерімен барлық арналарға береді деп қабылданады, ал қабылданған арналарды абоненттер мен OLT жабдықтары таңдайды ал соңғы жағдайда кіретін $X^{i_1} \dots X^{i_n}$ жай ескерілмейді. Егер Lr-Pon үшін сплиттер классикалық схемаға сәйкес орындалса, мысалы тармақталған оптикалық талшықтардың ұштарын тегістеу және оларды тиісті бұрыштарға орналастыру арқылы (2.2, а-сурет), содан кейін типтік желі үшін (2.1-сурет, б) араластырғыш бар деп аталатын сплиттерді қолдану керек (сурет). Мысалы, 2.2, б) ұсынылған.

Классикалық схемаға сәйкес жасалған сплиттерді (2.2-сурет, а) желінің абоненттік бөлігінің жұлдыз тәрізді топологиясы жағдайында қолдануға болмайды, өйткені (i-1) абонент үшін келетін сигналдың динамикалық диапазоны (2.1, а-сурет) болғандықтан айтарлықтай қысқарады. Соңғысы мұндай беріліс тікелей берілумен емес тек сплиттер арқылы кері берілумен, сәйкесінше берілу коэффициентінің төмендеуіне байланысты. Суретте көрсетілген үшін. 2.1, б желісі егер ресурстың бір бөлігі толқын ұзындығы бойынша абоненттер арасындағы байланыс үшін пайдаланылатын болса, желі абоненттік сегментте [1] коммутацияны қолданумен толығымен оптикалық болады деп айтуға болады. Қарастырылған тізбектегі осындай корпоративті берілісті қамтамасыз ету үшін әйгілі Rainbow хаттамасын қолдануға болады [1], бұл жағдайда коммутация режимін де ұсынады. Сонымен, әр абоненттің қабылдағышы тек ол үшін көрсетілген X-ні қабылдай алады, ол өзінің жеңіл мекен-жайы болып табылады және $X \dots X_n$ рұқсат етілген диапазонында баптау арқылы толтыру үшін басқа толқын ұзындығын қолдана алады.



а - дәстүрлі түрде U-сплиттерлер үшін жасалған 1 xТУ сплиттері; б - барлық кіріс және шығыс жарық бағыттағыш каналдарымен оптикалық түрде біркелкі жалғанған, орталық толқындарды басқару элементі бар сплиттер; 1 және 2 - ұштары жылтыратылған және шағылыстыратын жабындысы бар жарық және кіріс бағыттаушы каналдар; 3 - араластыру әсерін жақсартуға арналған қосымша жарық бағыттаушы канал; 4 - профильді араластырғыш. Микшердегі және қосымша арнадағы кіріс каналынан түсетін сәулелердің шағылысуына байланысты құрылғы көрші 3-арнаға бере алады. Миксердің ұштарындағы оптикалық талшықтардың орналасуымен қатар араластырғыштың конфигурациясы ондағы радиацияның біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Егер нөмірі 2-абонент абонентке 1-нөмірімен хабарлама жібергісі келсе, хабарламаның электрондық форматына қарамастан, 2-абоненттің таратқышы Хв-ге орнатылады, содан кейін тарату жүзеге асырылады. Электрондық форматқа аударылғаннан кейін абонент алған 1 хабарламаны талдау нәтижесінде жіберушінің мекен-жайы оқылады. Әлбетте, 1-ден 2-ге дейінгі беріліс бірдей жолмен жүзеге асырылады. Rainbow хаттамасында мұндай кемшілік бар, сондықтан сегментте соқтығысулар болуы мүмкін.

Беріліс жүйесінің кемшілігі көрсетілгендей. 2.1 электронды басқару желілік құрылғыларсыз салынған Lr-PON ресурстарына қызмет көрсетілетін абоненттердің саны өте аз. Шынында да толқын ұзындығының «бірінші жолында» барлық абоненттер үшін таратылатын L.1 және L-2 екі телеарнасы бар деп болжаймыз, ал қалғандары OLT мен абоненттер арасында деректерді немесе IP-дауысты беруге арналған, «екінші жол» үшін қолданылады. Абоненттер мен тәуелсіз арналардың жалпы саны арасындағы қарым-қатынас 160-тан аспайды, содан кейін қажетті k тең болады: $k = 79$. Қазақстан үшін телекоммуникация жүйесін құру үшін бұл опция қымбат екені анық. Бұдан әрі 3-тарауда берілген ішкі желі үшін арналар санын көбейту тәсілдері келтірілген. Осы жерде біз осы сегменттің қасиеттерін қарастыруға тоқталамыз.

2.2 Абоненттік тораптардың өзара әрекеттесу процесін модельдеудің негізгі ережелері

Абоненттік топтардың бір-бірімен әрекеттесуі үшін келесі алгоритм ұсынылады. Әрбір жиынтық толқын ұзындығының реттелетін лазерлік

таратқышымен жабдықталған (мысалы, кең спектрлі лазер генераторы және Fabry-Perot сүзгісі) және өзінің (үй) толқын ұзындығына бейімделген қабылдағыш бар. Ақпаратты хабарлама жіберу үшін, жіберуші түйіннің таратқышын үйдегі арнаға конфигурациялау, содан кейін байланыс орнатуға рұқсат сұрау жіберу, рұқсатты күту, содан кейін хабарламаны жіберу қажет. Бұл алгоритм Ethernet жүйесінде қолданылады, айырмашылығы адресаттың қабылдауға рұқсат алу әрекеті қақтығыстардың алдын алады. Бұл протоколды үйдегі толқын ұзындығындағы қабылдағыш әрдайым хабарлама қабылдауға дайын болған кезде, сонымен қатар соқтығысуға мүмкіндік беретін «коммутация тізбегі» деп аталатын белгілі протоколдан ажыратады [1]. Екі жақты өзара әрекеттесу мүмкіндігі (сигнал беру сұранысы, содан кейін ақпараттық хабарлама) абоненттік сегменттің өзара хабарламаларға жеңіл жүктелгендігін ескере отырып рұқсат етіледі. Өзара әрекеттесу протоколы бұрынғылармен сәйкес келмейтіндігіне байланысты, хабарламаның ұзақтығының өзара әрекеттесуінің оңтайлы параметрлерін, түйінді күту уақытын «ең үлкен жағдайға» (қарастырылатын іс үшін) күту уақытын анықтау проблемасы туындайды.

Олардың жағдайын циклдік талдайтын белгілі жүйелерден айырмашылығы, мысалы [1], циклдік санау әрекеті хабарлама жіберуге деген өз қажеттіліктерінің пайда болуының нәтижесінде үзілуі мүмкін. Шығарылатын белгілі модельдер [16, 18, 56] қарастырылып отырған мәселеге де қолданыла алмайды, өйткені жүйенің жұмыс сипаттамалары, атап айтқанда жүйенің физикалық қасиеттерімен, берілу процестерінің тиімділігімен және абоненттік қондырғыдағы ақпаратты өңдеумен анықталады деп болжанады. Қарастырылып отырған тораптың өзара әрекеттесу хаттамасының негізгі ережелерін ұсынамыз:

- абоненттік жиынтықтар (түйіндер) «екінші жолға» жататын байланыс үшін қолданылатын толқын ұзындығының санына тең - $N = n - \{k - 1\}$. Жеке DWDM торы бойынша ең үлкен мәні $n = 160$; k абоненттік жиынтықтар мен OLT өзара әрекеттесу режимімен анықталады;

- таратқышты белгілі бір арнаға баптау, жарық шығаратын жүйені, сондай-ақ басқару аппаратурасының кез-келген басқа функцияларын, соның ішінде сигнал беру хабарламасын күту уақытын қоса, барлық жағдайларда уақыт интервалына (саңылауға) тең болса да, белгіленген уақытты алады;

- әр абоненттің жиынтығы мен жұлдызды сплиттер арасындағы таралу кідірісі барлық бағытта бірдей және R ұяшықтарына тең;

- кезектердің болмауы және хабарламаларды сақтау үшін әр арнада бір буфердің болуы. Бос емес буферге кез-келген кіру бұғатталады деп есептеледі және хабарлама толығымен жіберілгеннен кейін ол буферден жойылады;

- сигнал беру сұраулары абонентке Пуассон процесі бойынша, неғұрлым күрделі жағдайда, Бернулли процесі бойынша <7 параметрімен жіберіледі, осылайша кез келген ұяда сигнал беру сұранысы p түйінге ықтималдылықпен жіберілуі мүмкін. Сигнал сұрауларының ұзақтығы бір ұяшықтан тұрады. ;

Адресатқа берілуі керек өздерінің ақпараттық хабарламаларының пайда болуы, а а ықтималдығы бар жоғарыда көрсетілгендей таратылған кездейсоқ интервалдармен өңделуі мүмкін;

- барлық ақпараттық хабарламалардың ұзындығы (слоттармен) Пуассон заңына сәйкес бөлінеді және d мәнінің орташа мәні бар.

Сонда мемлекеттік диаграмма, оның біреуінде абонент жинағын әр сәтте орналастыруға болады, суретте көрсетілген нысан болады. 1.18.

Енгізілген күйлер келесі белгімен сипатталады:

- TU_i, \dots, TUT - жабдық олардағы сұраныстар үшін барлық арналардың буферін сканерлейтін күйлер. Бұл қашықтағы хосттан жіберуге рұқсат сұрауды анықтауы мүмкін, және $<t$ өз хабарламасын жіберу қажет болған жағдайда. TUT -ке жетіп, онда сұраныс таппаған соң, жабдық сканерлеудің бастапқы нүктесіне оралады.

- TF - іске қосу күйі және жарық шығаратын құрылғының параметрлері;

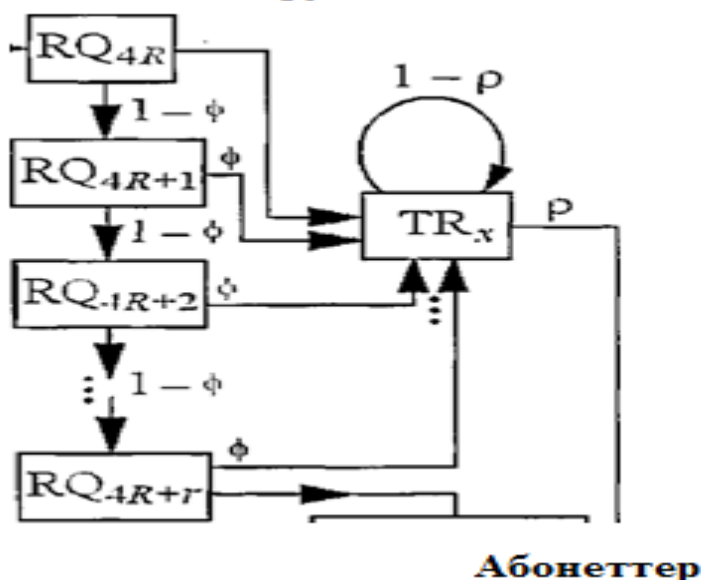
- PPV және RRU - сәйкесінше сигнал беру сұранысын беру және қабылдау (қабылдау) мәртебесі;

- RQ - қашықтағы түйіннің өзара әрекеттесуіне рұқсатты күту күйлері: $4R$ ұяшықтары бірінші («жедел») жауап күтуі керек, содан кейін g ұялары күтпеген кідірістерге байланысты жауап күтуі керек. F ықтималдығы бар жауапты күткеннен кейін жабдық хабарлама жіберуді жалғастырады. Егер жауап әлі алынбаған болса, онда осы бағыттағы жабдық «Абонент қол жетімді емес» жауабын қояды және келесі тапсырмаға ауысады;

- $TЯ$ - абонент орнатқан немесе хабарлама алған кезде. Хабарламаны беру немесе қабылдау аяқталғаннан кейін жабдық сканерлеу жұмыстарына оралады;

- $РЯ$ - абонент авторизациялау туралы өтініш бергеннен кейін, қашықтағы тораптан ақпараттық хабарламаны ($4R$ слот ішінде) қабылдауды күтетін жағдай. Егер арнада бұрмаланулар және беру қателері болса, қабылдау у мүмкіндігімен күте алмайды. Қарапайым жағдайда $u = 0$, яғни делік делік. байланыс расталған болса, байланыс орнатылады.

Хабарламаны жіберу



2.3 сурет - абоненттік тораптың күйінің диаграммасы x индексі беруді білдіреді; y - қабылдау. Жабдықтардың штаттарда болу уақыты келесідей анықталады: Ти, ТБ мемлекеттерінде g слоттары бар; RRL-да - 1 ұя; ақпараттық хабарды тарату сипатына сәйкес ТУАН және ТУаи-да; OW күйінде - желінің топологиясымен және сигнал таратқыштан қабылдағышқа және кері JS-ге байланысқан 411 слоттар - 4H-ден 4H + g-ге дейін. Жабдық АЕ күйін соңғы берілген ұяның соңында p күйінде қалдырады және АЕ күйінде 1-ықтималдылық жағдайында болады.

2.3 Абоненттік тораптардың өзара әрекеттесуінің математикалық моделі

Желідегі процестерді талдау үшін біз тепе-теңдік нүктелерінің бірінде жүйені әрдайым (уақыттың еркін нүктесінде) жасай отырып, күрделі жүйелерді талдауға арналған тепе-теңдік нүктелерін (EPA equilibrium point analysis) әдісін қолданамыз. Бұл әдіс тарату жүйелерінің көптеген сегменттерінің, мысалы, спутниктік байланыс жүйелерінің өзара әрекеттесуін талдау үшін сәтті қолданылды, сонымен қатар әдіс қателері тұрғысынан жеткілікті дәл нәтижелерді қамтамасыз етті.

Біз $N_j \setminus j$ ТУ жағдайындағы абоненттер жиынтығының (түйіндерінің) күтілетін саны ретінде анықтаймыз; JVTF - TF күйінде; NP - PPX күйінде; Nrq - RQ күйлерінде; iVpR - PR және TVTR күйінде - TRX және TRV күйлерінде. Егер біз күйден мемлекетке ауысу алдыңғы тарихқа тәуелсіз жүзеге асырылады деп болжасақ, онда абоненттік желі сегменті, сур. 2.1, б, Марков тізбегін күй векторымен салыстыруға болады.

$$N_y \text{ — } \{l^y - y!, N_{T,j} 2 5 \dots J N_{T,jN}, N_{TP}, N_{PP}, N_{RQjN}, N_{TRj}\}. \quad (2.1)$$

Бұл жүйе Колмогоров теңдеулер жүйесін қолдану тұрғысынан күрделі, өйткені мемлекеттік кеңістік өте үлкен. Тепе-теңдік нүктесінде кез келген күйдегі түйіндер санының өсуі нөлге тең болады деген болжамға негізделген EPA қолдану тиімдірек болады [1]. Сонымен, әр күйге кіретін түйіндердің күтілетін саны олардың әр күйін әр ұяда қалдыратын түйіндердің санына тең болуы керек. Уақыт өткен сайын күйдің өзгеруіне байланысты теңдеуді әр күйге жаза отырып (бұдан әрі - өзгеру теңдеуі) N_s белгісіз N_s теңдеулер жүйесін аламыз, мұндағы N - суретте көрсетілген күйлер саны. 2.3. Өзгерістердің теңдеулеріне қосымша, әр күйдегі түйіндердің күтілетін (есептік) санына қатысты, ТУ мемлекеттеріндегі түйіндердің күтілетін (есептік) санына қатысты қатынастарды жазуға болады. Сонымен, N_s теңдеулер жүйесін қосымша қатынастармен шешу бүкіл жүйеге шешім табуға мүмкіндік береді.

Қарастырылып отырған абоненттік сегменттің тиімділігі мен өнімділігін сипаттайтын желі параметрлерін табу тұрғысынан.

Сегменттің жиынтық өткізу қабілеттілігі, қызмет көрсетудегі кідіріс, күту уақыты, қоңырауды оқшаулау ықтималдығы және жабдық жұмысының төмендеуі үлкен қызығушылық тудырады. Нормаланған өткізу қабілеттілігі бойынша белсенді күйдегі абоненттік жиынтықтың күтілетін үлесі ретінде анықталады (өткізу қабілеттілігінің пайдаланылған үлесі анықталады):

Қызметтің кідірісі сигнал беру сұранысының келуінен бастап, ақпараттық хабарлама жіберілгенге дейінгі уақыт аралығы ретінде анықталады. Ол арнадағы тағайындалған түйінді қалпына келтіруге, уақытты сұрау сигналдарының таралуы мен қабылдауды растауға және хабарламаны өзі жіберуге кететін уақыттан тұрады. Егер кідіріс ұяшықтарда өлшенген болса, мынаны қарастыруға болады:

$$\Gamma = \dots + \dots - \phi + \dots \quad (2.16) \quad y=1 \quad P \quad (2.4)$$

Күту уақытының ықтималдығы жабдық сұраныс режиміне өткеннен кейін күту уақыты аяқталады бірақ қашықтан жауап болмайды. Немесе жағдай «Абонент қол жетімді емес» деген хабарлама пайда болған кезде пайда болады яғни:

$$\hat{A}_{\text{онсд}} = (1 - \hat{\Gamma})^\Gamma \quad (2.5)$$

Қоңырауды бұғаттау ықтималдығы - бұл қоңыраудың бұғатталу ықтималдығы. Бұғаттау ықтималдығы қоңырау кезінде жабдық сканерлеу режимінде болмау ықтималдығына тең және бұл жағдайда ол формула бойынша анықталады:

$$\hat{\Gamma}_{\text{қоңырау}} = 1 - \dots \cdot E^{M_{\text{ти}}} \quad (2.6)$$

Жабдықтың жылдамдығы мен желілік процестердің арасындағы корреляция дәрежесін бағалау үшін, осы сегментте сигналдарды өңдеуге арналған толық қажеттілігін анықтайтын, сияқты $S = \frac{1}{N_\Sigma} \cdot \left(\sum_{i=1}^N N_{\text{оптикалық құрылғыларды енгізу біз жабдықтың жылдамдығына параметрді енгіздік:}} \right)$

$$\left(\sum_{i=1}^N N_{\text{ти}} \right)$$

2.4 Жұлдыз тәрізді Lr-PON абоненттік сегментіндегі түйіндердің өзара әрекеттесуінің тиімділігін сандық зерттеу

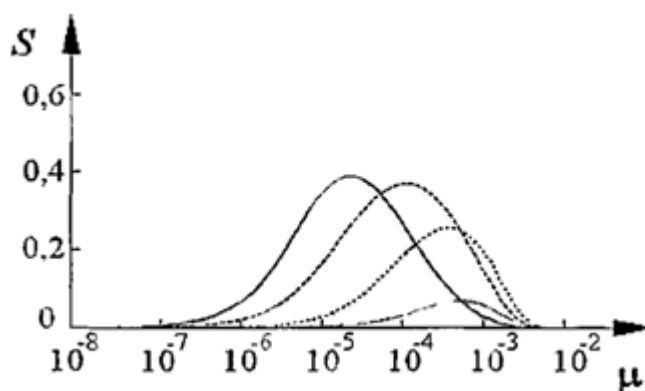
Параметрлердің келесі орташа мәндері бар абоненттік сегментті қарастырамыз:

- N = 32 абоненттік жиынтық;
- g - 1000 ұяшық (қабылдағышты баптау үшін қажет 100 Мбит / с жылдамдық үшін 10 мкс уақытқа сәйкес келеді);
- слоттың ұзақтығы - 10;

- $R = 50$ ұяшық (әр абонент жиынтығы мен жұлдыз тәрізді сплиттер арасындағы шамамен 10 км қашықтыққа сәйкес келеді); SF типті талшықтағы сигналдың таралу кідірісі шамамен 0,5 мс / км құрайды;
- $a = 10 \ll 4$ (әр абоненттің жиынтығы үшін секундына 100 хабарламаның кіріс қарқындылығына сәйкес келеді);
- $g = 104$ ұяшық (күту аралығы 10 мс сәйкес келеді); және
- $p = 10 \ll 5$ (хабарламаның орташа ұзақтығы 100 мс үшін).

Төменде теңдеулерді сандық шешіп және сәйкес шамаларды анықтау арқылы қарастырылатын желі сегменті үшін алынған графикалық тәуелділіктер келтірілген. Суретте. 2.4 нормаланған өткізу қабілетінің r күту уақытының ұзақтығының әртүрлі мәндеріне q мәнімен сипатталатын кіріс ағынының қарқындылығына тәуелділігі көрсетілген.

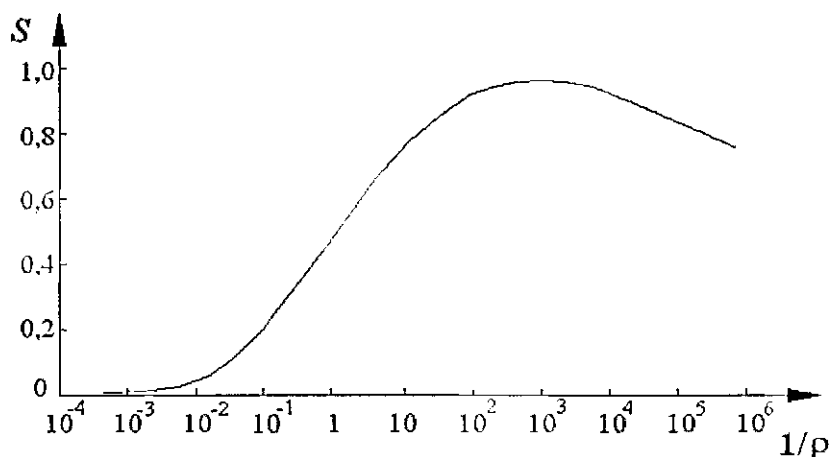
Кіріс ағынының қарқындылығының жоғарылауымен өткізу қабілеті алдымен қызмет көрсетуге дайын құрылғылар санына артады, бірақ содан кейін азая бастайды, өйткені сұрау режиміндегі түйіндердің саны растау сигналын жібере алатын түйіндер санынан асып түсе бастайды.



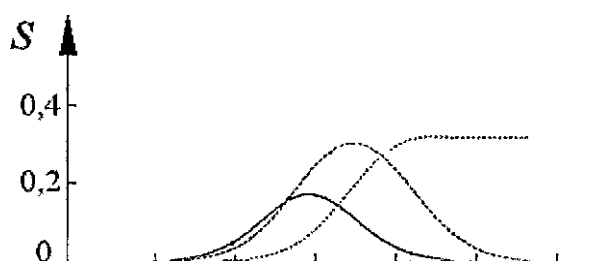
Сур.2.4Қалыпқа келтірілген өткізу қабілетінің кіріс ағынының қарқындылығына тәуелділігі: $r = 100$ мм үшін; Юме мырза үшін; - $r = 1$ ms үшін; - r үшін - 0,1 мс

Кіріс ағынының берілген қарқындылығы үшін күту аралығының оңтайлы ұзақтығы бар екенін көруге болады, ол кезде жүйенің сыйымдылығы максимумға жетеді. Нормаланған өткізу қабілетінің хабарлама ұзындығына ($1 / p$) тәуелділігі суретте көрсетілген.2.5 Өткізу қабілеті алдымен жоғарылайды және тіпті жүзден мың секундқа дейінгі хабарлама ұзақтығына біртұтастыққа жақындады, бірақ содан кейін оның ұзақтығы 10 000 с-тан асқанда, өткізу қабілеті төмендей бастайды. Бақылау TN жағдайында жабдықтардың көп болуымен түсіндіріледі.

Суретте. 2.6 қалыпқа келтірілген өткізу қабілеттілігінің күту интервалының ұзақтығына r ағынының қарқындылығының әртүрлі мәндеріне тәуелділігі көрсетілген.

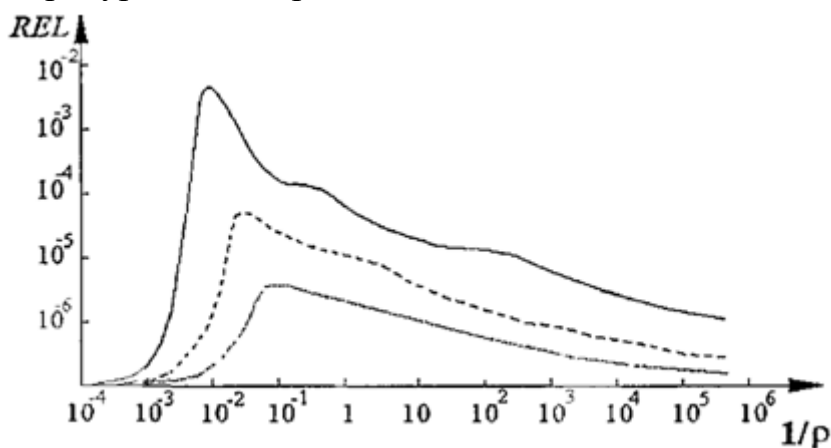


2.5-сурет. Нормаланған өткізу қабілетінің хабарлама ұзындығына тәуелділігі, б. $\Gamma = 10$ (мс) үшін сызылған график.



2.6 сурет - Нормаланған өткізу қабілетінің күту уақытына тәуелділігі: $1/p = 10000$ с;

Жоғары p -мәндерінде, күту аралығы ұзақтығының артуымен алдымен өткізу қабілеті артады, содан кейін азаяды. Күту аралығының шамалы мәнімен күту уақытының аяқталуы тым тез, яғни қабылдау туралы растау жіберілместен бұрын. Сұраныстардың көбеюіне арналған күту аралықтарының ұлғаюымен, қабылдау туралы растау жіберілуі мүмкін, бұл үлкен сыйымдылықта көрінеді. Күту уақытының артуымен жабдық сұрау режимінде көбірек уақыт жұмсайды, ол растау сигналын жібере алатын бірнеше түйіндерде көрінеді. Жабдықтар мен желілік процестердің жылдамдығы арасындағы корреляция дәрежесін зерттеу нәтижелері суретте келтірілген. 2.7



Сур2.7 Жабдық жұмысының төмендеген коэффициентінің хабарлама ұзындығына тәуелділігі. $\Gamma = 100$ мс; для $\Gamma = 10$ мс; $\Gamma = 1$ мс.

Көруге болады КЕ мәні неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ұзақ өңдеу уақыты τ және хабарлама ұзындығы өзгерген кезде ең үлкен мәнге ие болады. Соңғылардың ең оңтайлы мәні 1 м-ден 0,1 с-қа дейін. Егер сізге ұзағырақ хабарламалармен жұмыс істеу қажет болса, онда өңдеу уақытын τ көбейту немесе жылдамырақ жабдықты таңдау ұсынылады.

2.5 Абоненттік ішкі желі жұлдыз тәрізді доменнің масштабтау стратегиясы

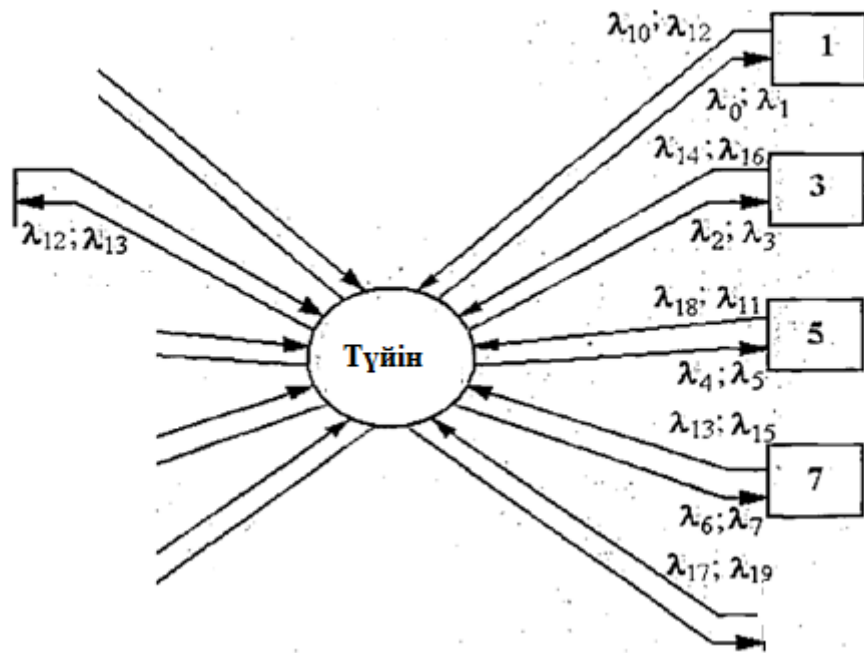
Қаралып жатқан жұлдыз тәрізді абоненттік ішкі желінің аналогы цилиндрлік топология деп аталады немесе $sl_e V_{giur}$ графигінің желісі, бұл түйіндердің еркін санын қосуға мүмкіндік береді. Бірақ әдетте сегменттер санының ұлғаюымен және жаңа түйіндердің пайда болуымен байланысты желінің масштабталуы, бастапқыда болған орталық желілік тораптардан шығатын қосылыстар санының айтарлықтай өсуіне әкеледі. Бірінші кезеңде бұл қымбат мультиорталық құрылғыларды, оның ішінде кірістер мен шығыстардың жалпы саны бірдей емес және тарату коэффициенттері, сигналдарды тарату (көшіру) жабдықтары мен мамандандырылған модемдер бар күрделі жұлдыз тәрізді бөлгіштерді пайдалану қажеттілігіне әкеледі. Бірақ кейіннен желіні масштабтауды жасайтын болсақ, қосылыстар санын көбейтуге арналған ресурстар сөзсіз таусылады, әрі қарай масштабтау қажеттілігіне байланысты желі жетілдірілмейді, сондықтан оны басқару қиынға соғады. Мұның бәрі оның бөліктерінің өзара әрекеттесуі мен үйлесімділігін зерттеудегі диагностикалық процедураға кедергі келтіреді және бұл айтылғаннан туындайтындықтан, желі жабдықтың жұмыс істемеуінен ғана емес, сонымен қатар алгоритмдік себептерден ақауларға тұрақсыз болып келеді.

Сондықтан желіні құру мәселесі оны масштабтау стратегиясын жасамай оңтайлы шешілмейді. Мұнда ең аз капиталды шығындар, жұмыс уақытының максималды ықтималдығы, МТBF, абонентке ақпарат жеткізу жылдамдығы, бит қателіктерінің минималды ықтималдығы және т.б. Бұл тұрғыдан алғанда, желіні масштабтау стратегиясы бұрыннан бар түйіндерден шығатын қосылыстар санын көбейтпей сегменттер мен түйіндер санын көбейтуге мүмкіндік беруі керек. Соңғы параметр үшін ИС-нің қосылу дәрежесі сияқты белгілеу қолданылады.

Ұсынылған абоненттік ішкі желіде логикалық (виртуалды) пакеттік коммутацияны кіріс және шығыс қосылыстар үшін қолданылатын әртүрлі толқын ұзындығын қолдана отырып жүзеге асыруға болады. Суретте.2.8 және қарастырылатын желінің логикалық топологиясы физикалық «жұлдыздың» көмегімен қосылған 10 түйіннің «цилиндрлік» түрінде көрсетілген (2.8, б-сурет). Бұл желі түйіндердің қосылу дәрежесінің төмен мәні сияқты қасиетке ие болатыны анық ол қарапайым маршруттау алгоритмдерін қолдануға қарапайым сондықтан масштабтау жасауға мүмкіндік береді.

Біз масштабтау стратегиясын жасауға негіз болатын ережелерді қарастырамыз олар.

- 1) түйіндердің қосылу дәрежесінің кіші мәндері $\xi > C = 2 \dots 4$;
- 2) ақпаратты өңдеуді жылдамдату үшін 10-дан аспайтын әрекеттерді қамтитын қарапайым маршруттау алгоритмдері (пакеттер, хабарламалар);
- 3) түйіндер санымен немесе пакеттердің екі еселенген айналу уақытымен өлшенетін желілік диаметрдің кіші мәні, бұл пакеттер мен хабарламалардың кідірісін азайтады;
- 4) топологиялық графиканың жүйелілігін сақтау кезінде түйіндерді ерікті сәтте қосуға немесе алып тастауға жол беріледі:



2.8-сурет - 10 тораптан тұратын жұлдыз тәрізді абоненттік желі: а - логикалық құрылым (виртуалды топология) б - физикалық топология және беріліс моделі.

Жоғарыда келтірілген ережелерді орындау бізге Мехо желілері ретінде жіктеуге болатын түйіндердің жеткілікті мөлшерін құруға мүмкіндік береді. А және В түйіндері болсын, олардың әрқайсысының £) С-қа тең дәрежеде өзара байланысы бар, сонымен қатар олар формада орналастырылған. Әр бағандағы К бағандары мен М түйіндерінің цилиндрі (2.8-сурет) іргелес бағандардағы түйіндер «ауыспалы алмасу арқылы қосылу» ережесіне сәйкес орналасады бұл жағдайда негізгі және резервтік қатысуымен байланысты. Сонымен қатар, байланыстар бағытты болып табылады, кем дегенде екі бұзылатын конфигурацияның бар екені анық - біреуі $K = 1$, ал екіншісі $M = 1$. қарастырылатын желі, егер түйіндер қайта реттелетін таратқыштармен немесе қайта реттелетін қабылдағыштармен жабдықталған болса, К бірлікте масштабта өзгеруі мүмкін.

Егер N түйіндерінің жалпы саны у бүтін санға бөлінетін болса, онда $K = u$ топологиялық бағандар болады. Егер желіде N - $K \times M$ түйіндері болса, онда оларды К бағандарына ($K > 1$) және М қатарларына ($M > 1$) қою керек, мұнда әрбір түйіннің ОС-қа тең дәрежеде қосылу дәрежесі болады $F = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ ағымдағы нөмірі бар түйін бағанның ағымдағы $s = 0, 1, 2, \dots, K - 1$ нөмірімен және $r = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ ағымдағы нөмірі бар жолдың қиылысында орналасқан. 1, 2, ..., M-1. Басқаша айтқанда, түйін координаттарымен (с,г) нүктеде орналасқан, мұнда $s =$

/ tos. IP саны жоғарыда айтылғандай, түйіннен шығатын қосылыстардың санын көрсетеді (с г), және сәйкес бұл қосылыстар байланыс деп аталады.

Айта кету керек N түйіндерінің белгілі бір саны үшін бірнеше әртүрлі виртуалды топологиялық схемалар бар, атап айтқанда N санының бүтін бөлгіштері бірдей, $M = 1$ болған жағдайда топология параллель жолдардың ОС болатын сақинаға түседі. тізбектелген түйіндер арасында, олардың саны пайдаланылған толқын ұзындығының санына сәйкес келеді. Бұл жағдай одан әрі қарапайым емес конфигурацияға байланысты болғандықтан қарастырылмайды. $K = 1$ болғанда, жұлдыз тәрізді желі диаметрі Вцигп кестесінің топологиясын 10-ға дейін төмендетеді, мұндағы - 2,3, 4, ... $M = 1$ немесе $K = 1$ жағдайлары оптикалық емес ұзын сегменттің ұзындығына сәйкес келеді (немесе деп аталады). ұшудың орташа қашықтықтары. Аралық сияқты шаманы кез келген берілген түйіннен (таратқыштан) басқа қабылдағышқа қосылулардың (аралықтардың) ең аз ұзындығы ретінде түсінуге болады.

Қаралып жатқан жұлдыз тәрізді топологияның диаметрін белгілі бір бағандағы еркін түйіннен келетін пакет транзиттік түйіндерді бірнеше рет кесіп өтпестен іргелес бағандағы басқа түйінге жіберілуі керек деген негізде алуға болады.

$$I = \lfloor \frac{M}{K} \rfloor, \quad (2.6)$$

2.6 Жұлдызды абоненттік желі үшін бағыттау параметрлерін бағалау әдістемесі

Осы желілік топологияда маршруттау принциптерін анықтаймыз. Координаттар (c_s, r_s) және (c_d, r_j) бастапқы түйінге және тағайындалған түйінге (d) сәйкес келеді делік. Содан кейін [1] -ге ұқсастықпен R маршрут кодын және HD ұшудың минималды қашықтықты байланыстырамыз, пакет белгіленген бағыт бойынша жүруге тура келеді:

$$R = \lfloor \frac{M}{K} \rfloor, \quad (2.7)$$

(2.21) -де оны қанағаттандыратын HD мүмкін болатын шамалардың ең кіші бүтін сан ретінде таңдалады деп есептеледі, ал R бастапқы түйіннен тағайындалған түйінге дейінгі ең қысқа жолды анықтайды. Сонымен, (2.21)-ден алынған HD мәні c_d бағанында орналасқан түйіннен c_d бағанындағы түйінге жету үшін қажет ең аз саны.

Маршруттаудың нақты тәжірибесінде, әдетте, пакеттерді көп аралықпен беру керек. Оның себебі, атап айтқанда, мүмкін, DCf0 қосылыстарының саны осы бағандағы түйіндер санынан көп болғандықтан. осы бағандағы кейбір түйіндер үшін бірнеше қысқа жолдар болуы мүмкін. Егер топология осындай болса, I-ді есептегеннен кейін форма бумасының бағыты бойынша түйіндердің біріне теңсіздік дұрыс болады:

$$Y + J - M < \epsilon > C^{da} \text{ для } y = 1, 2, 3, \dots, \quad (2.8)$$

Сондықтан, берілген ТУ үшін альтернативті қысқа жолдардың саны көбейген сайын көбейеді. М белгілі бір топологияда болуы мүмкін ең қысқа жолдардың саны неғұрлым көп болса, пакетті (*пакетті бағыттау*) аз жүктелген жолмен (яғни, жол бойымен) бағыттау мүмкіндігі көбірек болады. қазіргі уақытта ең аз трафикпен), бұл сегменттердегі ағымдарды теңестіруге және сол арқылы әртүрлі сегменттердегі трафиктің минималды айырмашылығының өлшеміне сәйкес виртуалды желіні оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл, әсіресе, түйін немесе сызықтық жол сегментте сәтсіздікке ұшыраған жағдайда дұрыс. Кемшіліктерге М санының азаюы мен К санының артуы арасындағы байланыс жатады, бұл жалпы ұшу қашықтығының ұлғаюына әкеледі.

Осы тұрғыдан алғанда, қарастырылып жатқан жұлдыз тәрізді топологияда, кез-келген басқа да сегменттік желідегі сияқты әртүрлі қосылыстардағы трафикті теңестіру міндеті маңызды рөл атқарады. Егер ВС қосылу дәрежесі үлкен болса, онда тиісті қосылымдағы пакеттік кезек айтарлықтай ұзақ болуы мүмкін, бұл пакеттердің кешігуін арттырады. Қосылымды жүктеу процедурасын рәсімдеудің ұсынылған тәсілі әр трафиктің әр бір бірлігі мен жіберілетін түйіндердің арасындағы еркін жүруге мүмкіндік беретін біркелкі трафикті талап етеді. Бұл сізге тапсырманы толығымен рәсімдеуге мүмкіндік береді, бірақ нақты желідегі процестерді әрдайым бірдей көрсете бермейді. Қозғалыс қасиеттерінің ауытқуы жағдайында жеңілдіктерді енгізу немесе оның әртекстілігі бағытында математикалық модельді жетілдіру қажет.

Трафиктің біркелкі еместігін ескеретін бірнеше бағыттау алгоритмдері бар. Олардың ішінде ең көп қолданылатыны, [16], жақсырақ жұмыс істейтін «ішінара теңдестірілген» («partially balanced») және «кездейсоқ» («random») схемалар; қарағанда: жоғарыда келтірілген өрнектермен ұсынылған «теңгерілмеген» схема. (2.21) ... (2.23). Сол сияқты «Теңгерілмеген». схемасы, олар үшін: «ішінара теңдестірілген» схема үшін келесі форманы беретін маршрут кодын есептеңіз:

$$Y' - Y + K^{\wedge} - mo \& DCy - M]. \quad (2.9)$$

Көптеген қысқа жолдар болған кезде бастапқы трафик әр түйінге ES қосылу дәрежесіне байланысты әр түрлі қосылыстарға бөлінетінін есте ұстаған жөн. Егер мұндай қысқа жолдардың саны DC^p түйініне арналған қосылу дәрежесінен асып кетсе, онда мұндай тәсіл маршруттың сызбасын таңдауды осындай алғашқы тұрақты жолдармен шектейді. «Кездейсоқ» бағыттау схемасы маршруттың коды анықтамасымен (2.23) Y -дан алынған балама қысқа жолдардың бағасын есептейді:

$$R'' = R + (M-Z), \text{ мұндағы } Z \text{ кездейсоқ бүтін сан болып табылады } [0, Y-1]. \quad (3.0)$$

Қазіргі уақытта еркін топологияда ұшудың орташа қашықтығын табуды қамтамасыз ететін қатаң аналитикалық шешім жоқ. Сондықтан белгілі бір шектеулер қоюға мүмкіндік беретін бір нақты желілік архитектуралар үшін осы параметрді есептеу ұсынылады. Егер желінің топологиясы белгілі бір саннан бастап барлық түйіндер белгілі бір бағанға жататын болса немесе осы бағанмен байланыста болса (транзиттік түйіндерсіз бағанға тиесілі түйінге қосылады) онда минималды және максималды шектеу мүмкін болады. Пакетті маршрут бойымен тасымалдау үшін қажет орташа қашықтықтың мәні табу керек. Осылайша, аралықты азайтудың бір шарты транзиттік түйінді бірнеше рет кесіп өтпеу болып табылады. Санына ұқсастығын берейік пакет гипотетикалық жолмен өткен кезде (сегментте) болған кезде түйіндер дұрыс болады:

$$\begin{array}{ccc}
 & M-KLBl-----K & \\
 & \overset{\wedge}{max} & \\
 \text{мәні} & & M' \\
 & & K-1 \\
 & & ЭС-1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 C = \{I-K \text{ дд} \Delta П-K < K-1\}, \\
 \{K-1 \text{ дд} \Delta B-K > K-1\}.
 \end{array}$$

(3.1)

2.7 Жұлдыз тәрізді доменнің параметрлерін оңтайландыру бойынша ұсыныстар

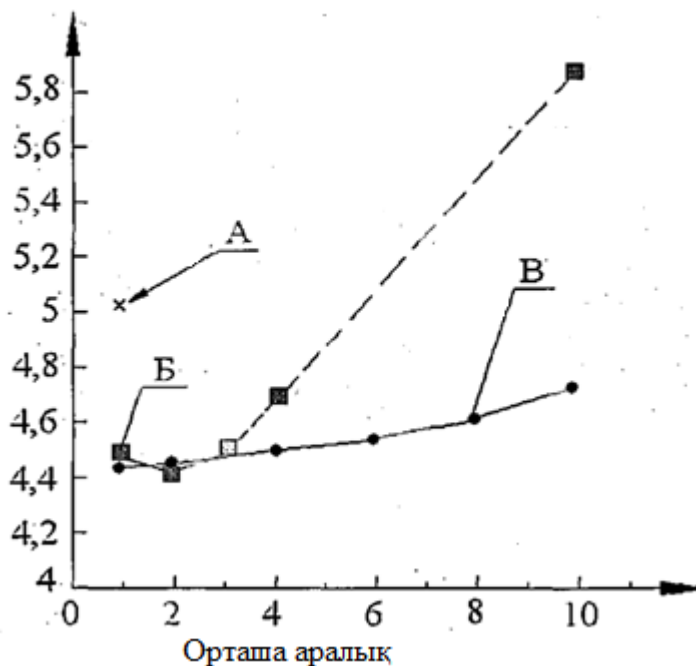
Әлбетте белгілі бір түйіндер үшін бірқатар желілік конфигурациялар бар, бұл шешілетін мәселеге негізделген оңтайлы топологияны құру қажеттілігіне әкеледі. Мұнда оңтайлы топология деп $NDm \setminus n$ -ге дейінгі ең аз орташа қашықтыққа қол жеткізуге мүмкіндік беретін жүйе түсініледі бұл қорытынды талдау кезінде қосылыстардың теңгерімді жүктемесін қамтамасыз

етеді. Суретте.2.9 суретте әр түрлі конфигурациядағы желілер үшін ұшудың әр түрлі орташа қашықтықтарын салыстыруды қамтамасыз ететін графикалық нәтижелер келтірілген: 64 түйіндері бар жұлдыздық сегмент үшін және қосылу дәрежесі 2-ге тең, сондай-ақ көп толқынды сақиналық желі үшін (мысалы, Shuffle Net) және жұлдызды-цилиндрлік топологияның аралас топтамасы (топология de Bruijn).

Сандық талдау нәтижесінде «оңтайлы» конфигурация шегінен асатын бағандардың саны неғұрлым көп болса соғұрлым осы желінің орташа мәні болатыны анықталды. Суретте ұсынылған жұлдыз тәрізді желі үшін 2.9 нәтиже ұшудың ең аз қашықтығына сәйкес келеді. Есептеулерге сәйкес, $DC = 2$ және берілген N үшін минималды аралықтағы желінің виртуалды топологиясы әрдайым $K < 3$ бағандарының санына ие болуы керек. Толық түйіндер үшін проблеманы $K = 1$ үшін де шешуге болады, бірақ мұндай желі де графигінің топологиясына енеді de Bruijn. Соңғысы $DC > 3$ бар жұлдыз тәрізді желі үшін жарамды болып қалады

Қосылымды жүктеуге қатысты «кездейсоқ» бағыттау схемасы «теңгерілмеген» немесе «ішінара теңдестірілген» схемаға қарағанда жақсы жұмыс істейді. Сонымен қатар, «кездейсоқ» схеманың гетерогенді трафикті теңдестіру мүмкіндігі сияқты маңызды артықшылығы бар, ол тіркелген жолдармен жүру схемаларында жоқ [1].

Есептеулер көрсеткендей, $DC = 2$ параметрі бар жұлдыз тәрізді конфигурация, сонымен қатар бір немесе екі бағаннан тұрады, жалпы жағдайда тақ және жұп түйіндер үшін ең жақсы орташа аралық болады, сондықтан бұл мәндер ұсынылады. Соңғы параметрлер сонымен қатар масштабтау кезінде сақталуы керек, олар түйіндерді дәйекті қосу арқылы жүзеге асырылуы керек (немесе түйіндер қатарын қосқаннан кейін, төтенше жағдайда бағанды кезекпен қосу арқылы).



2.9 сурет - Цилиндрлік желілердің орташа ұзақтығы: А - Бкц^е Ые[^] Б- <Ле Вгиуп типті графигінің топологиясы, және С - пассивті оптикалық желінің жұлдыз тәрізді топологиясы: БС = 2, .Ы — 64

Жұлдыз тәрізді кеңейтудің қарапайым жолының топологиясы; Абоненттік желі оның әр бағанының астына бір түйін қосады: Осылайша желіні Х түйіндерімен бір сатыда кеңейтуге болады (топологияда К модулі бар деп айта аламыз). Қосымша К тораптарының оңтайлы орналасуы бағандардағы ең төменгі қатар болып табылады, өйткені толқын ұзындығымен тығыздалған арналар үшін қолданылатын толқындардың ұзындығын ескере отырып, топологияның жүйелілігі жолдың ең алыс нүктесінде емес, орта бөлігінде үзіледі.

Түйіндердің келесі қатарын қосу үшін сіз үлкен желінің жаңадан енгізілген тораптарына жаңа сериялық нөмір санауыштарын орнатып, сәйкесінше таратқыштарды қайта конфигурациялай аласыз; немесе физикалық желідегі қабылдағыштар (2.16-сурет). Ескеру керек әр бағандағы алғашқы Музлов қайта конфигурацияланбайды. Келесі М түйіндер үшін бір түзету орындалады (толқын ұзындығы бойымен бір қадамға ауысу, яғни бір жиілік интервалымен) келесі М түйіндер үшін екі түзету орындалады және т.б. Сонымен, түйіндердің бір жолын (немесе К түйіндерін) жұлдыз тәрізді желіге OS > 3 және М-ге тең түйіндердің жалпы санын, жоғарыда сипатталғандай, Р қайта теңдеулердің жалпы саны тең болады:

$$\Omega = \sum^{DC} \left[\frac{N}{DC} \right] \times (i-1), \quad (3.2)$$

Теңдік (2.31) TU бөлінген жағдайда жарамды болады. ОС із қалдырмай. Байланыстардың жалпы саны (және сондықтан таратқыштар / қабылдағыштар) NOC-ке тең болғандықтан, ОС = 2 бар желі үшін бұл таратқыштар мен қабылдағыштардың жалпы санының шамамен төрттен бір бөлігі қайта құрылуы керек дегенді білдіреді. Бірақ бірдей желілік топология үшін, бірақ ОС = 3 болғанда, таратқыштардың немесе қабылдағыштардың үштен бірін қайта конфигурациялау қажет.

Қарастырылып отырған желілік топологияға бірнеше жол қосу кезекпен (кезең-кезеңімен) барлық жолдарды қосқанша бір уақытта бір жолды қосу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Сонымен қатар, желіні қайта конфигурацияның жалпы санын азайту үшін жекелеген түйіндерді «оңтайлы қайта нөмірлеу» арқылы бір рет қайта конфигурациялау арқылы түпнұсқадан бастап соңғы құрылымға дейін масштабтауға болады. Осындай тордан бірқатар түйіндерді жою да осылай жасалуы мүмкін.

Осылайша, белгілі бір мәселені шешу үшін желі конфигурациясын таңдағанда, келесі мүмкіндіктерді ескеруі керек:

- 1) О және параметрлерімен сипатталатын масштабталу мүмкіндігі
- 2) Но және У арқылы сипатталатын ұшу параметрлері, және
- 3) тепе-теңдік қосылыстарының балансы (біркелкілігі)

2 тараудың қорытындылары

1. Қазіргі уақытта Lr-PON типті желілер толығымен оптикалық желілер болып табылады. Қазіргі уақытта олар ағаш артық сызбаға сәйкес жасалынған, бұл белгілі бір артықшылықтарды қамтамасыз етеді. Бірақ дәл осы опция орталық түйіннің жабдықтарын абоненттердің өзара әрекеттесуінде тиімсіз пайдалануға әкеледі.

Қазіргі Lr-PON желілерінің функционалдығын кеңейту бірқатар тұжырымдамалық шешімдерді қолдану арқылы мүмкін болады. Осы тарауда талқыланған нәрсе Y-тәрізді сплиттердің орнына жұлдыз тәрізді сплиттерді енгізуге және абоненттік бөлік үшін толқындық ресурстардың бір бөлігін алуға негізделген, бүгінде мұндай конфигурацияларда желілік процестерді оңтайландыруға және абоненттердің толыққанды әрекеттесуін қамтамасыз етуге, сол арқылы орталық станцияны ішінара жеңілдетуге мүмкіндік береді. Бірақ қарастырылған схеманың маңызды жетіспеушілігі - бұл тәуелсіз арналардың өте аз саны. Нәтижесінде абоненттік сигналдарды беру үшін осындай схеманы тікелей пайдалану экономикалық тұрғыдан мүмкін емес. Желінің экономикалық тиімділігін арттыру үшін оптикалық талшықтарды физикалық ауыстыруды қосатын немесе басқа тығыздау түрін, мысалы, уақыт аралықтарын пайдалануға

негізделген арналар санын көбейту жөнінде шаралар қабылдау қажет. Бір қарағанда, жоғарыда аталған барлық құрылғылар желілік мәселелерді шешуге пайдаланылатын болса, операторға қол жетімді болады деп болжасақ, бұл екі ұғым шамамен бірдей.

2. Абоненттік сегменттің оңтайлы параметрлерін анықтау үшін жұлдыз тәрізді пассивті оптикалық желі үшін бірқатар желі параметрлерінің өзгеру сипаты зерттелді. Абоненттердің өзара әрекеттесуі толқын ұзындығымен ерекшеленетін жеке адресі таңдауға мүмкіндік беретін таратқыштың толқын ұзындығын баптау арқылы жүзеге асырылады деп болжалды. Ықтимал қақтығыстарды жою үшін берілу мүмкіндігі туралы қосымша сұранысты пайдалану ұсынылады. Абоненттік жабдықтың күйінде болатын тепе-теңдік жағдайы үшін желі параметрлеріне сандық талдау жүргізілді. Бұл жеңілдету Колмогоров теңдеулерін қолдана отырып жүйені зерттеу көптеген мемлекеттерге байланысты өте көп уақытты қажет ететіндігімен байланысты. Бұл жүйенің параметрлері үшін анапитикалық қатынастарды алуға, сандық зерттеулерді жеңілдетуге және нақтылауға мүмкіндік береді.

3. Қарастырылып отырған жүйе үшін кіріс хабарларының қарқындылығына, хабарлама ұзақтығына және күту уақытының ұзақтығына, қалыпқа келтірілген өткізу қабілетіне әсері зерттелген. Қарастыруға жаңа параметр ұсынылады, ол жабдықтың жылдамдығын желілік процестердің жылдамдығымен сипаттайды. Соңғы параметр уақыт аралықтарына байланысты, максималды мәндер аймағына ие және хабарлама ұзындығының артуымен айтарлықтай төмендейтіні көрсетілген. Бұл ұзақ хабарламалары бар желілер үшін жоғары жылдамдықты, толық оптикалық сигналды өңдеуді енгізудің орындылығын болжайды.

4. Кейбір жағдайларда байланыстырғыштардың өткізу қабілеттілігі анықтайтын фактор болып табылады. Егер екі бағаннан тұратын жұлдыз тәрізді желінің топологиясы жүктеме қосылыстарына төтеп бере алмайтын жағдай туындаса, яғни. Соңғысы қосылыстардың қолдау көрсетілетін максималды енінен асатындықтан, «кездейсоқ» бағыттау алгоритмі бар көлемдік сызбаны қолдануға болады, бұл қосылыстардағы максималды шығынды азайтады. Егер екі бағаннан тұратын желінің өткізу қабілеті жеткілікті болса, онда бұл топологияны пайдалану керек, өйткені оның жақсы масштабталуы негізделген.

5. Түйінді қосу кезінде бағанға бірқатар түйіндерді қосу керек, олар физикалық желідегі таратқыштарды немесе қабылдағыштарды қайта конфигурациялауды қажет етеді. Бұл жағдайда әр бағандағы алғашқы M түйіндерді қайта конфигурациялау қажет емес. Келесі M түйіндер үшін бір қайта конфигурация жасалады (толқын ұзындығы бойымен бір жиілік интервалына тең), келесі M түйіндер үшін екі қайта конфигурациялау және т.б. Бұл мөлдір масштабтау алгоритмін қолдануға мүмкіндік береді, бұл нақты техникалық ұсыныстар беруге мүмкіндік береді және әртүрлі

станциялардың параметрлерін қажетсіз қайта орнатуға немесе сәйкестендіруге мүмкіндік бермейді.

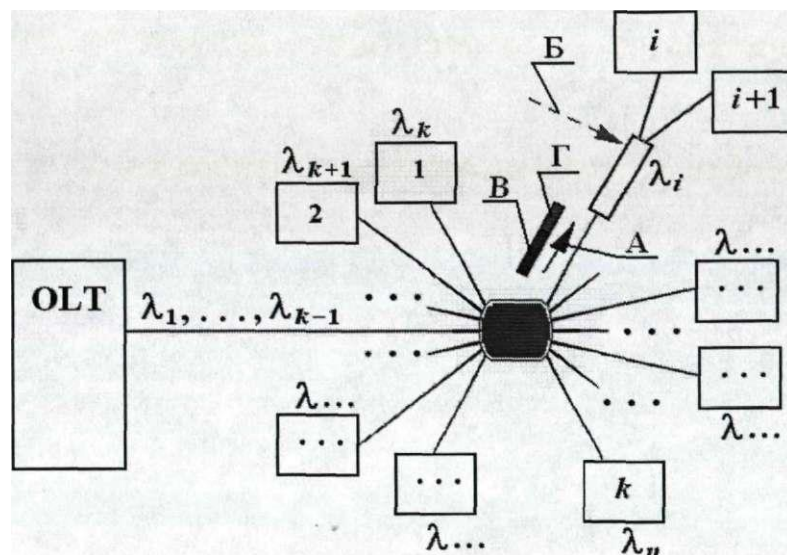
3 Цифрлық желілерде сигналдарды бағыттау процесінің бұзылыстарды ескере отырып, математикалық моделдері

Коммутатор мен SSHEM мультиплексорын қолдануға негізделген пассивті оптикалық желілік каналдар санын көбейтудің екі әдісі ұсынылған. Мұндай күрделі сегменттерде маршруттау проблемалары өзекті болатындығы көрсетілген. Сандық сигналдарды бағыттау процесін модельдеуге белгілі тәсілдер туралы қысқаша талқылау берілген. Сызықтың өткізгіштігі мен кідірісінің өзгерісі кезіндегі кездейсоқ сипатты (Пуассон формасынан мүмкін айырмашылықпен) және сызықтық бұрмаланулардан туындаған нөлдік емес орташа статистикалық кідірісті (физикалық немесе алгоритмдік себептерге байланысты) болжай отырып, көп жолды хабарлама үшін орташа терминалды кідірісті төмендететін байланыс алынады. Осы жорамалдардың негізінде қызметтердің ішкі жүйелерін құруға болатын сигналдарды бір бағытты динамикалық бағыттау үшін ағындардың трафик үлестерін анықтауға арналған тәсіл ұсынылады.

3.1 Оптикалық желінің пассивті арналарының санын көбейту әдістері

Алдыңғы тарауда абоненттік сегментте желінің функционалдығын арттыру әдісі жасалды. Бірақ бұл әдіс толқын ұзындығы бойымен тығыздалған арналар санының жеткіліктілігі болған жағдайда жақсы жұмыс істейді. Айта кету керек, бұл жағдай әрдайым бола бермейді, сондықтан мұндай сегментте арналардың көбеюін қамтамасыз ететін әдістерді әзірлеу қажет.

OMRZ идеяларына қайта оралып, желідегі ТОМ электрондық жабдықтарын қолданбай, арналар санын көбейтуге болады. Бұл технологияның нұсқаларының бірі - MP^{\wedge} физикалық деңгейдегі оптикалық талшықтардың ауысуы. Қарастырылып отырған схемада бұл көрсетілгендей көрінуі мүмкін сур. 3.1. Бұл жағдайда әрбір «абонент» екіге, үшке және т.б. бөлінеді. М-ге, әр абонент жиынтығымен бірге жұлдыз тәрізді сплиттердің астында қолданылатын 1 xM қосқыштардың техникалық параметрлеріне байланысты.



3.1 сурет - 1 xM A типті толық оптикалық реляциялық емес коммутаторларды қолдана отырып, пассивті оптикалық желіні кеңейту принципі - ақпараттық сигналдың берілу бағыты, Б - реляциялық коммутатордың мүмкін сыртқы бақылау сигналы; реляциялық емес ауысу жағдайында: В - хабарламаның ақпараттық бөлігі, ал Г - хабарламаның басқару бөлігі

Алайда, мұнда мәселе осы қосқыштарды басқару әдісі болып табылады. [1 - 2, 15 - 18, 22, 50, т.б.] мәліметтері бойынша, қазіргі уақытта электрлік потенциалмен басқарылатын оптикалық сигнал қосқыштарының айтарлықтай саны бар. Бірақ мұндай құрылғыларды пайдалану АОН-ның белгілі артықшылықтарын жоққа шығарып, қарастырылған желіні толық оптикалық санаттан дереу алып тастайды, сондықтан коммутатор толығымен оптикалық болуы керек, басқару сигналы да оптикалық түрінде болуы керек. Бірақ бұл абоненттің әр бағытында басқа оптикалық арнаны пайдалануды қажет етпеуі үшін басқару жүйесі берілетін сигналдың өзінде болуы керек немесе [1, 30] сәйкес коммутатор реляциялық емес болуы керек. Сондай-ақ, мұндай қосқыш желілік диаграммадағы сілтемені суретте көрсетілгендей жүзеге асыру үшін ең қиын болуы мүмкін. сур3.1. Қазіргі уақытта телекоммуникациялар нарығында мұндай құрылғылардың коммерциялық үлгілері жоқ, соңғылары тек жобалар мен схемалар түрінде ұсынылған. Сонымен қатар мұндай модельдік құрылғылар тек 1x2 ауысуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, талшықты-оптикалық сызықтық секциялар жұлдызды сплиттерден коммутаторға дейінгі сегментке қосылатындығына байланысты, коммутатордың өзі, қосқыштан абонентке дейінгі сегменттер қосылыстар саны артады, демек шағылысқан сигнал да артады. Қажетті арналар санын азайту үшін төменгі және жоғарғы ағымдарды беру үшін бірдей толқын ұзындығын пайдалану керек деп ескерсек, шағылысқан сигнал берілетін сигналмен араласып, оның едәуір тозуына әкеледі. Жағдай rzsrk торабынан спекулярлық шағылысу коэффициенті «1 және 1 ... 4% құрайды. Бірақ шағылысқан сигнал тек спекулярлық себептерден ғана емес, сонымен қатар

кедергілердің шағылысуынан пайда болады. Факт оптикалық талшықты және оптикалық құрылғылардың қысқа сегменттері мысалы сплиттер немесе интегралды толқындар араластырғышымен ауыстырғыш сонымен қатар толқын ұзындығы бойында тығыздалған және дисперсия әсерін азайту үшін мүмкіндігінше көп арнаны қолдануды қалауынан туындаған таратылған сәуленің жоғары үйлесімділігі. арнадағы мультипатикалық кедергі. Егер беріліс қысқа импульстарды қажет ететін жоғары жылдамдықта жүзеге асырылса және ұзақтығы дамып келе жатқан кедергі шыңдарымен салыстырылатын болса, онда кедергінің әсері каналдың едәуір тозуына әкеледі. Бірақ, соңғыларын ескерусіз де, интерфейс элементінің шағылысу коэффициенті (бұдан әрі - IFR элементі) оның берілу функциясының минималды деңгейіне келтірілген және айнасы бар айналары бар, мысалы ұсынылуы мүмкін. әрбір қысқа сегменттен немесе құрылғыдан жалпы шағылысу оптикалық талшықты сегменттің екінші түйіспесінің болмауына / болуына байланысты (5h-6) саңылаулардың ретін құрайды. Көп сегментті желілерде шағылысу әлі де аз болуы мүмкін, өйткені ХҚҚ-ның барлық элементтері олардың беру функцияларының минимумына ие емес. [62] -де көрсетілгендей, егер интерферометрлерді тәуелсіз деп санауға рұқсат етілсе, және олардың жалпы санының тек > тек > ең азы, ал а-сәуленің жартысын көрсететін белгілі бір орташа күйде болса, онда шағылысқан толқынның амплитудасы келесіге тең болады:.

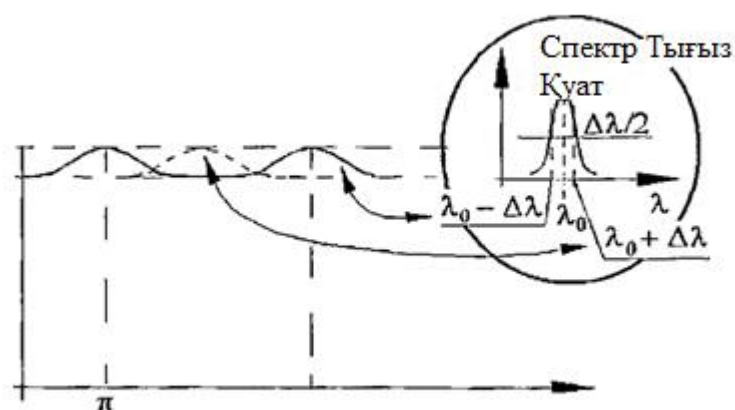
$$\rho_{\text{зерк}} = 1 - \left(\frac{1 - \rho_{\text{зерк}}}{1 + \rho_{\text{зерк}}} \right)^2 = \frac{4\rho_{\text{зерк}}}{(1 + \rho_{\text{зерк}})^2} \approx 4\rho_{\text{зерк}}, \text{ так как } \rho_{\text{зерк}} \ll 1,$$

3.3

Нақты шағылысты дұрыс бағалау қабылдағыштың да, таратқыштың да функционалды құрылғыларына нұқсан келтіруі мүмкін. Сонымен қатар, мұндай желілерде типтік оптикалық оқшаулағыштарды пайдалану мүмкін емес, жалпы жағдайда шағылысқан толқындарды басуға арналған; өйткені сигнал екі бағытта да беріледі.

Жалпы алғанда қысқа сегменттік сызықтардағы мультипликациялық кедергілер эффектілері жоғары үйлесімді құрылғылармен бірге бұрмаланудың маңызды факторы болып табылады. Тұрақты кедергілер үлгісінің (ДК) пайда болуының негізгі шарты - лазердің жоғары үйлесімділігі, яғни. А0 толқын ұзындығымен IFR сәулесіне енетін DA сызықтың кіші ені (3.2-сурет). Алғашқы

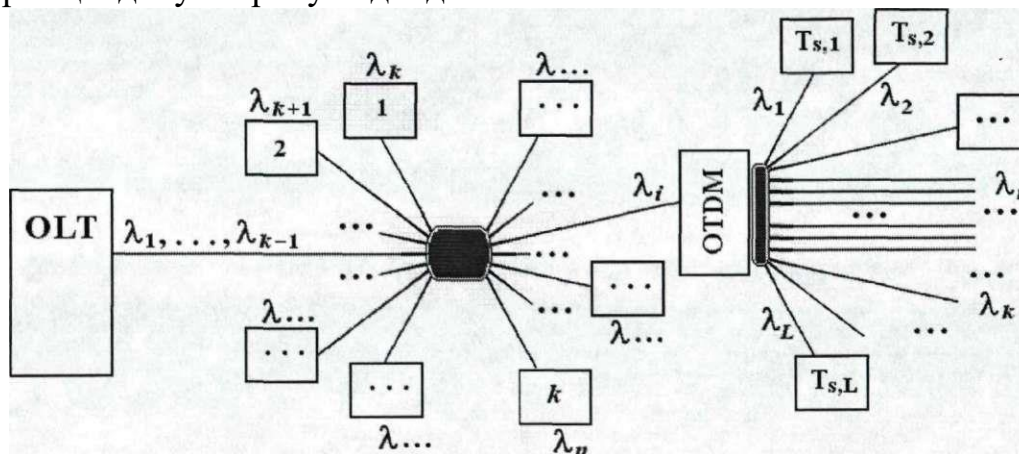
жақындау нәтижесінде алынған IR-ны $A_0 - DA$ және $A, 0 + + DA$ толқын ұзындығына сәйкес келетін екі ИК-ның суперпозициясы деп санауға болады. Егер бұл жағдайда резонанс бір-біріне сәйкес келсе, онда ИК контрасты күшейеді. Керісінше, әр түрлі толқын ұзындығына сәйкес келетін кедергі келтіретін сәулелердің фазалық түсуінің әртүрлі мәндерінде резонанстардың пайда болуы нәтижесінде пайда болатын ИК-ні бұлыңғырлауға әкеледі, демек, сигналдың интерференциялық бұрмалануының әсерінің жоғалуына әкеледі. Егер бір толқын ұзындығындағы резонанс басқа толқын ұзындығына сәйкес келетін минимуммен сәйкес келсе, бұл резонанстардың айтарлықтай енін ескере отырып, жарық бағыттағыш сызықтың ішіндегі кішкене шағылысу мәнімен байланысты болса, ИК толықтай ластанатыны анық.



3.2 сурет Ақырғы ені (АХ) спектрлі сызықпен сәулеленуден болатын кедергілердің пайда болу сұлбасы

Маңызды шағылысқан толқын сияқты теріс фактор тұрғысынан, желінің функционалдығының салыстырмалы түрде аз кеңеюімен бірге, 3.1-суретте көрсетілген жақсырақ үлгі боып табылады. 3.4. Соңғы жағдайда, оптикалық жолдарды физикалық ауыстырып-қосудың орнына, алдымен ТОМ режимінде кіріс сигналын бөліп, содан кейін оны бөлек оптикалық талшықты арналарға бағыттайтын мультиплексор-демультиплексорды қолдана отырып, арналар санынан көбірек пайда алуға болады. Егер сіз ОТОМ құрылғысы мен шығатын талшық жолдарының арасында жұлдызды сплиттерде қолданылатын толқын диапазонына ұқсас араластырғышты қоссаңыз (2.1, б-суретті қараңыз) және әр талшық жолына толқын ұзындығының мәні 3 болса, онда абоненттік сегмент құрылымында орталық бөлікке ұқсайды. желі. Желі келесідей масштабтала түседі абоненттік бөлімде орталық бөлікке өтпейтін, бірақ жеке ішкі желі ретінде емес, көп домендік сегмент ретінде ұсынылған абоненттердің хабарламалары үшін толқын ұзындығының «екінші жолын» қайтадан пайдалануға болады. Шынында да, логикалық (виртуалды) тұрғыдан алғанда, мұндай желі күріш.

3.4 көпір домендік Ethernet желілеріне ұқсай бастайды, олар көрші домендерде қақтығыстардың таралмауын қамтамасыз ететін көпір құрылғыларын пайдаланады. Қарастырылған тізбекте толқын ұзындығын бірнеше рет қолдану әсері туындайды.



Сурет 3.4 - OTDM көмегімен пассивті оптикалық желіні кеңейту принципі.

Бірақ талқыланып жатқан желілік схема, ол желінің едәуір кеңеюін қамтамасыз етеді, дегенмен, кемшіліктер мен «қатты нүктелерден» босатылмайды. Негізгі «қиын сәттердің» бірі уақыт сағаттарымен сығылған сигналдардың дұрыс бөлінуін қамтамасыз ететін OTDM құрылғысына сағат сигналын жеткізу қажеттілігі қарастырылуы керек. Бірақ синхрондауды, тіпті электронды форматта және айтарлықтай төмен жылдамдықтармен реттеу сияқты желілік тапсырманы шешу өте қиын. Сондықтан, TDM бар толық оптикалық желі үшін сізге мамандандырылған техникалық құрылғылар мен шешімдерді қолдану қажет болады. Қолайлы шешімдердің біріне мысал ретінде қолданылған фазалық кросс-модуляция эффектісімен бірге талшықты-оптикалық цикл резонаторында орындалған толық оптикалық синхронизаторды келтіруге болады.

Сурет бойынша желілік архитектураның тағы бір «қиын сәті». 3.4 - суретте көрсетілген тізбек үшін сипатталған жұлдыз тәрізді тізбекпен жалғанған түйіндердің тікелей әрекеттесу режимінен бас тарту. 2.1, б. Шынында да, OTDM мультиплексорларының әрқайсысының өзіндік жарық мекен-жайы бар және, әрине, ол Rainbow протоколы арқылы көршімен топтық (агрегаттық) ағын арқылы немесе екінші тарауда ұсынылған модернизацияланған хаттама бойынша, шығарылатын сигналдың толқын ұзындығын ғана өзгерте алады. Бірақ осылайша байланыс OTDM құрылғысының артында орналасқан абонентпен емес, мультиплексормен ғана орнатыла алады.

Мультиплексорлардың артында орналасқан абоненттермен байланыс жасау үшін X-тен басқа тағы бір тәуелсіз оптикалық «координатаны» қолдану қажет. Мысалы олар көбінесе солитондық немесе нейрондық желілерде

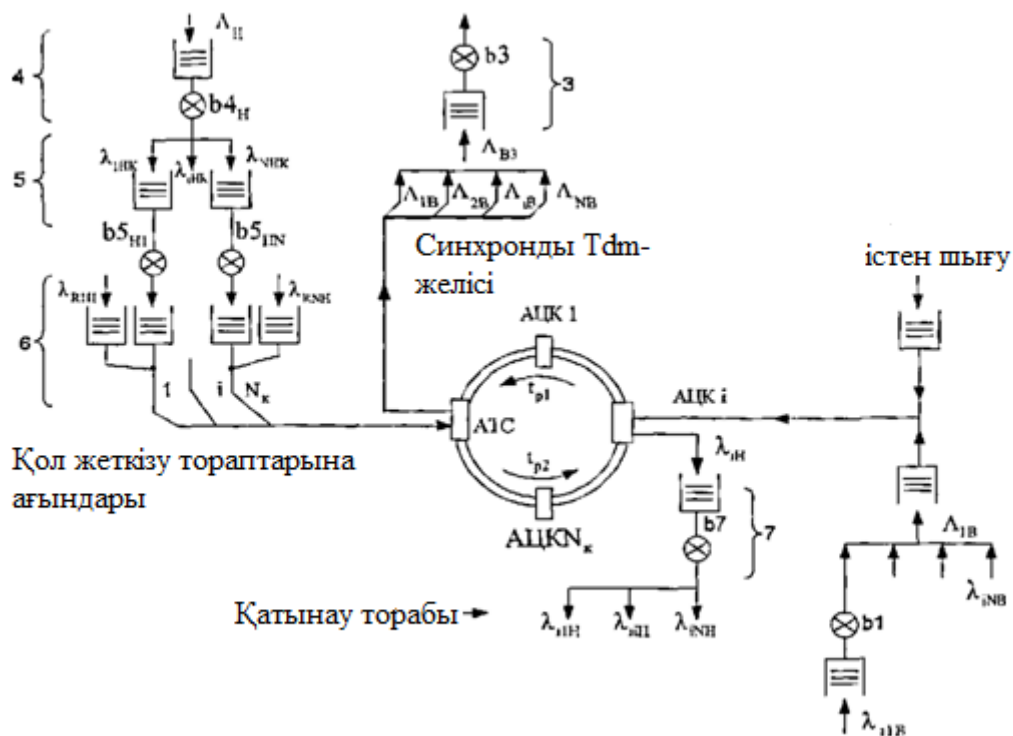
қолданылатын пішін және діріл сияқты оптикалық импульстік параметрлер болуы мүмкін. Әрине, бұл желінің жарық шығаратын және фотодетекторлық бөліктерін айтарлықтай қиындатады бірақ абонентке сигналдарды оптикалық өңдеуді қамтамасыз етеді. Әйтпесе, жоғарыда сипатталған шешімді іске асыру қиын деп танып, АОН разрядының желісін «толығымен оптикалық» санатына ауыстыра отырып, осы «орында» электрондық компонентті қолдануға болады.

Суреттегі шешім арасындағы соңғы таңдау. 3.1 және суретке сәйкес. 3.4 ОСӨ-нің әртүрлі қабаттарына жататын сандық сипаттамаларды салыстыру арқылы жасалуы мүмкін. Көлік деңгейінде беріліс иммунитетінің индикаторларын ескеру керек, ал абоненттердің қашықтағы жұптары арасында берілу кезінде RE биттік қателіктер ықтималдығы олардың негізгі көрсеткіші болып табылады.

Егер біз абоненттік құрылғыларда және орталық станцияда сигналдарды өңдеу принциптері абоненттік сайтта қарастырылатын топологияны таңдаумен байланысты емес деп санасақ, бірінші жағдайда, суретке сәйкес желі үшін. 3.1, RE негізінен талшықты ауыстырып-қосқыштың жұмысымен байланысты болады. Атап айтқанда, RE \ каналдағы аддитивті шуылдың болуымен анықталады бұл бақылау радиациясының мүмкін болмауы компенсациясымен, арнадағы шағылысу деңгейінің жоғарылауымен және коммутатордағы толқын пішінінің бұрмалануымен және желідегі мультипликациялық кедергі әсерінен туындайды. Екінші жағдайда, суретке сәйкес тізбек үшін. 3.4, Reg ықтимал аддитивті шуымен, сонымен бірге OTDM құрылғыларының мүмкін болатын синхронизациясымен байланысты болады.

Келесі деңгейде егер канал мен желінің қабаттары икемді коммутатор арқылы біріктірілген және басқарылатын болса, онда R \ және Я2 бағдарларын өлшеуіштерді сандық сипаттама ретінде таңдай аламыз, олар пакет қашықтағы абоненттердің өзара әрекеттесуі үшін өтуі керек салмақтық коэффициенттері бар сегменттер санын анықтайды, немесе байланысты параметр пакеттік берілім кезінде кешіктіру уақыты болып табылады [16]. Барлық жұп абоненттер үшін желі қасиеттерін «теңестіру» үшін, әдетте, желі ішінде терминалдардың кешігулерінің өлшенген сомасын пайдаланыңыз [16]. Сонымен қатар сенімділік көрсеткіштерін салыстыра отырып мысалы, жұмыс уақыты $0 \setminus$ және $0 g$.

Өнімділік көрсеткіштерін зерттеу және суреттегі желілерді салыстыру. 3.1 және суретке сәйкес. 3.4 осы негізде 4-тарауда келтірілген есептеу экспериментін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Осы бөлімде біз қарастырылып жатқан желілер үшін маршруттаудың математикалық моделін жасауға назар аударамыз, ол негізінен олардың жоғарғы деңгейлердегі жұмысының тиімділігін анықтайды.



Сурет 3.4 Айналымы оптикалық қатынау желісінің моделі

3.2 Сандық сигналдарды бағыттауға арналған қазіргі жаңа тәсілдерді талдау

«Маршруттау» термині қазіргі уақытта толық түсінікті емес. [2,16,38, 42] мәліметтері бойынша: «маршруттаудың ішкі жүйесі», «маршруттау хаттамалары (лары)», [18,36] сәйкес бұл «маршрутты есептеу» бірақ кез-келген жағдайда техникалық (бағдарламалық) немесе берілген пакеттің жеткізу жолын табуға арналған математикалық құралдар (қосымшалар, хабарламалар).

Техникалық тұрғыдан маршруттаудың ішкі жүйесі дегеніміз маршрутизаторлар желісі, олар жадында сақталған маршруттау кестелері мен кіріс пакеттердегі ақпаратты талдау арқасында оларды төмен бағытта ауыстырады, төменде орналасқан (OSI шкаласы бойынша) коммутаторларға сәйкес командалар жасайды. Соңғысы егер ол Ethernet сияқты жүйе болса, көрші коммутаторлармен байланыс орнатады, осылайша виртуалды арналар жасайды. Жақында біріктірілген құрылғылар, маршрутизаторы бар коммутатор, икемді қосқыштар (softswitch) енгізілді. Бұл құрылғылар сондай-ақ соңғы маршрутизаторлар, іргелес жатқан бағыттардың денсаулығының GoS-индикаторларын бақылауды қамтамасыз етеді, бұл бағыттау кестесін негізінен қосылыстардағы жүктемелерге байланысты түзетуге мүмкіндік береді. Бірақ қазіргі уақытта PE (BER) -ден басқа индикаторлар тұрғысынан сегменттердің нақты жұмысын ескеретін маршруттау алгоритмдері жоқ.

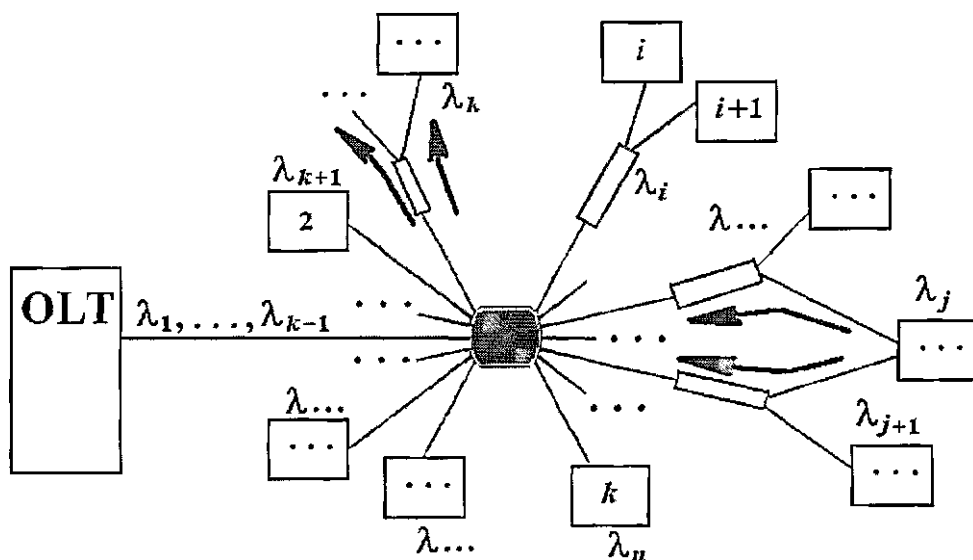
Бағыттаудың бір жақты және балама (көп бағытты) түрлері бар. Бастапқы түйіннен межелі түйінге тұрақты маршруттау жағдайында барлық

бағытталған трафикті беру үшін жалғыз маршрут қолданылады және міндет барлық мүмкін болатын жолдардан оңтайлы жолды таңдауға азаяды мысалы, ақпаратты жеткізу жылдамдығының критерийі бойынша (берілетін пакеттердің бүкіл блогы).Альтернативті («тармақталған») маршруттау арқылы берілетін трафикті бөліктерге бөлуге болады, содан кейін бұл бөліктерді әр түрлі арналар арқылы таратуға болады бұл желілік ресурстарды толық пайдаланады бірақ құрылғылардан деректерді қабылдауды талап етеді [1].

Сондай-ақ, статикалық және динамикалық маршруттау арасында айырмашылық бар. Бірінші жағдайда, бағдар әрбір көз жеткізетін жұптың арасынан априори берілген бастапқы мәліметтерге сәйкес таңдалады, екіншісінде - желінің күйіндегі өзгерістерге сәйкес бейімделу.

Мұның бәрі көп домендік желілер үшін маршруттау проблемалары өте күрделі және жалпы жағдайда оңтайлы шешімді қамтамасыз етпейтіндігіне әкеледі. Сонымен қатар, желінің топологиялық шектеулері қолданылған маршруттау алгоритмдерінде теориялық тұрғыдан өте әлсіз ұсынылған. Атап айтқанда, жолды анықтау міндеті «әрқайсысымен» қағидаты бойынша шешіледі, және «басынан аяғына» емес бұл есептеу тұрғысынан оңай бірақ айналмалы сегменттерге әкелуі мүмкін сонымен қатар маршрут циклдарының пайда болуы.Бұл белгілі бір желінің қасиеттерін де, жабдықтың нақты техникалық параметрлерін де ескеру қажеттілігіне әкеледі.

Қарастырылып отырған Lr-PON сегментіне және сызбаларға.3.1 және суретке сәйкес. 3.4 маршруттаудың альтернативті мәселесін шешу келесідей өзекті болатын жағдайды елестетуге болады, сур. 3.5. Ерікті абоненттерді бірден «жұлдыздың» бірнеше бағытымен қосуға болады.



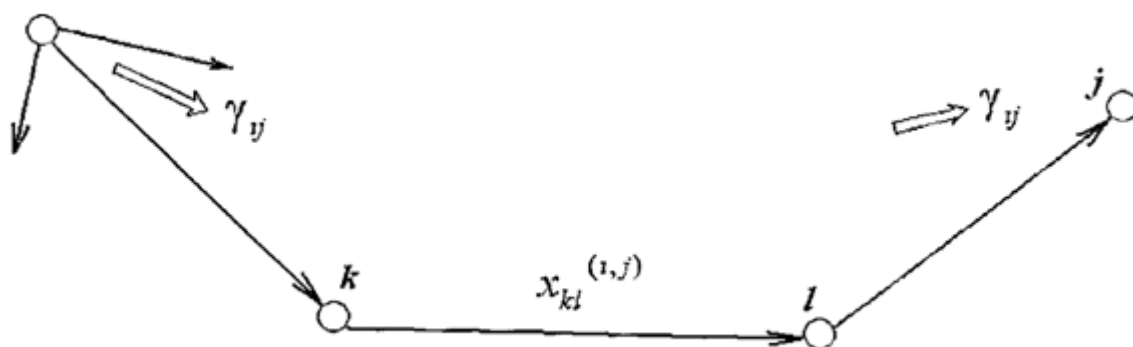
3.5 сурет - Жұлдызды сегменттегі абоненттердің қашықтағы жұбы арасындағы балама жолдар принципі.

Бұл Lr-PON-ға тән кейбір жағдайларда толық резервтік сұлбаларды қолданатын [39], және көбінесе бұл үшін міндет өте маңызды болған адамдар

үшін артық болу мағынасы бар. Сол сияқты, схемаға абоненттік сигналдарды берудің көптеген жолдарының пайда болуы мүмкін. 3.4, өйткені TDM құрылғыларын (OTDM) әдетте сақинаға қосу ұсынылады. Сондықтан қарастырылып отырған сегментке қатысты альтернативті маршруттау мәселесі туралы айтуға болады. Бір бағытты бағыттауды суретте филиалдар болмаған кезде де жасауға болады. 3.5 немесе сигнал трафикті акцияға бөлуге мүмкіндік бермесе. Бірақ кез-келген жағдайда, оңтайлы маршруттарды табу үшін маршруттау мәселесінің теориялық шешімін іздеу керек.

3.3 Пакеттерді бағыттаудың балама процесін статистикалық модельдеу міндеті.

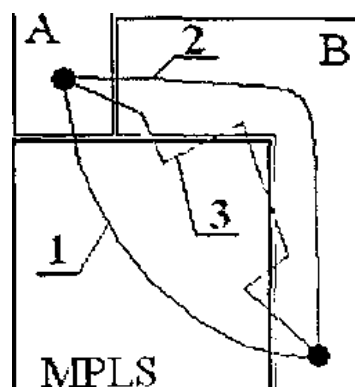
Маршрутты таңдаудағы жалпы проблеманы [16] сәйкес келтіруге болады. Желінің белгілі топологиялық құрылымы үшін (физикалық және виртуалды топологиялардың жиынтығы), түйінде пайда болатын Π у Π (хабарламаларлар) матрицалары және түйінге u , және байланыс жолдарының өткізу қабілеттілігі $\| \zeta_{4/1} \|$ (байт / с) түйіндер арасындағы I -ге дейін, хабарламаның орташа ұзындығы $1 / б.$ (байт), сызық бойымен өтетін Uv ағындарының фракцияларын білдіретін айнымалыларды табу қажет, сур. 3.6.



Сур3.5 Маршруттау мәселесінің жалпы тұжырымдамасын суреттеу

3.4 Асинхронды желіде бағыттау параметрлеріне сегменттердің кедергіге төзімді көрсеткіштерінің әсерін зерттеу

Баламалы маршруттаумен желілерде бұрмаланатын факторлардың әсерінен жұмыс істейтін әртүрлі маршруттау алгоритмдерінің тиімділігін салыстыру үшін келесі есептеу жүргізілді. Асинхронды желі қарастырылды, оның негізі EShегре транспорттық каналдары мен трафикті біріктіру құрылғылары болып табылады, олар орталық бөлігінде 1 Гб / с және абоненттік бөлімдерде 100 ... 255 кбит / с құрайды, сурет. 3.7.



3.7 сурет - MPLS ядросы қарастырылған асинхронды желінің диаграммасы

1 - MPLS арқылы әрекет ететін бағыттау алгоритмдерін қолдануға негізделген жолдар тобының диаграммасы;

2 - қазіргі уақытта ең аз жүктелген сегменттерге бағыттауға негізделген жолдар тобының диаграммасы;

3 - пассивті оптикалық желілер мен \wedge - коммутация алгоритмдерін қолдануға негізделген жолдар тобының диаграммасы.

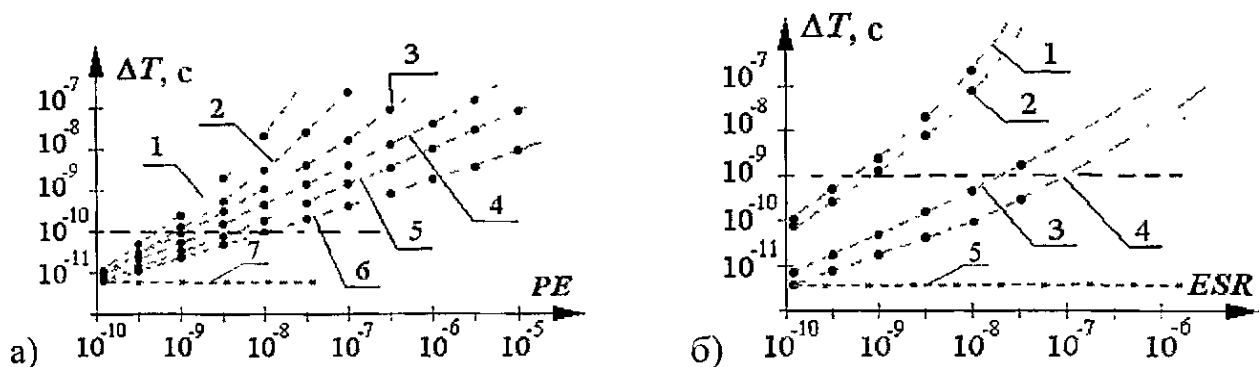
Желі үш сипаттамалық сегменттер түрінде ұсынылды: MPLS өзегі, A корпоративтік сегменті және жұптасу сегменті.

Бағыттаудың келесі алгоритмдерін қолдана отырып, хабарламаның қосымша орташа кідірісі ретінде анықталады MPLS өзегі арқылы жұмыс жасайтын BGP, RS VP және OSPF; IS-IS. және IPv4 хабарламаларын қазіргі уақытта ең аз жүктелген сегменттерге бағыттау; B интерфейсі сегментінде қолданылатын INAP сигналдық ішкі жүйесіндегі № 7 ОКГ №6 қолдану негізінде. AT параметрі алыс және жақын (абоненттік емес) абоненттер арасында A және B сегменттері арасында берілетін Tr хабарламасының нақты орташа кідірісі арасындағы айырмашылық ретінде анықталды сур.3.7, және Ti хабарламасының нормативтік кідірісі тек [14] идеалды режимдегі станция құрылғыларының жұмысымен байланысты: $AT = Tr - Ti$. Сонымен қатар, T, /) терминалдардағы кідірістердің салмақты сомасын анықтау үшін A сегментінің (қарсы /) және B сегментінің (есептегіш j) көршілес емес барлық абоненттері қарастырылды.

Сегменттердің нақты өнімділігін анықтау үшін келесі параметрлер пайдаланылды: ең жоғары жүктемелер болмаған кезде стационарлық жағдай үшін RE; Сегменттерді автоматты түрде қайта құру және желідегі ең жоғары жүктемелермен BBER болған жағдайда ESR. Көрсетілген параметрлерді орталық бақылау жүйесін қолдана отырып, желіде орналасқан Ethernet канал анализаторлары автоматты түрде өлшеді. Өлшеу нәтижелері деректер базасында желілік жұмыс станциясында жазылды. Әрі қарай, сандық

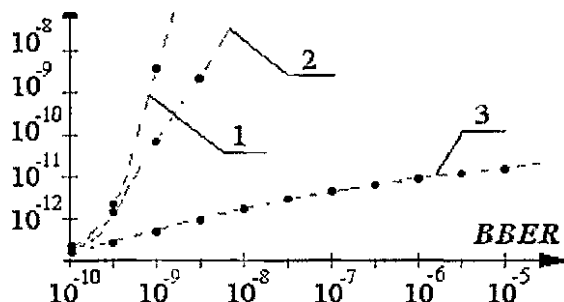
статистикалық модельдеу әдісін қолдана отырып, желілік өлшеулердің нәтижелері бойынша, бағдарламалық қамтамасыздандыруды қолдана отырып, маршруттаудың алгоритмдерінің әрқайсысы үшін параметрлер $(N_i) >$ және du анықталды. Әр абоненттің жиынтығы үшін секундына 1000 хабарлама қабылданды, хабарламалардың орташа ұзақтығы 10-ға тең мс.

Желілік сегменттердің шуылға қарсы иммунитеттік көрсеткіштерін өзгерту кезіндегі АТ бағыттау параметрінің тәуелділігін зерттеу нәтижелері суретте келтірілген. 3.8, сурет. 3.9.



3.8 сурет - нақты бұрмалаушы факторларды ескере отырып хабарламаның қосымша орташа кідірілуінің қателік коэффициентіне тәуелділігі: а-желінің стационарлық жағдайы үшін: 1 - INAP алгоритмі; 2 - IS-IS; 3 - OSPF; 4 - IPv4; 5 - PCBP, 6 - БГП және 7 - BGP нақты факторларын ескерусіз; б - автоматты қайта конфигурация жағдайында: 1 - IPv4; 2 - IS-IS; 3 - BGP, 4 - RSVP және 5 - RSVP үшін нақты факторларсыз.

Зерттеулер көрсеткендей, егер бұрмалаушы факторлардың әсерінен желіде автоматты түрде қайта конфигурация жасалса, онда BALL және $C^{\wedge}RB$ сияқты алгоритмдер абоненттерге қайталанған сұраныстарсыз хабарламаларды жеткізбейді (қайта қайталау).



3.9 сурет - фондық қателіктері бар блоктар үшін хабарламаның қосымша орташа кідірілуінің қателік жылдамдығына тәуелділігі: 1 - IS-IS және IPv4 алгоритмдері; 2 - BGP және 3 - RSVP

Әрине, мұндай қайталанулар алушы жабдықты күту күйінде қалдырады, бұл абонентке ақпарат жеткізу жылдамдығының тиімді мәнін айтарлықтай

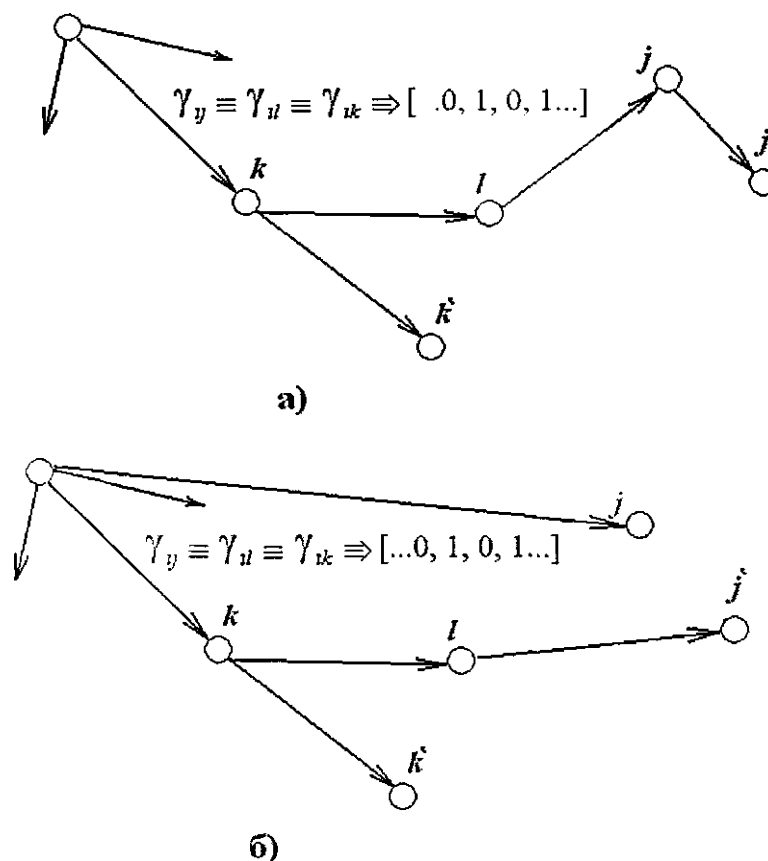
төмендетеді. Сонымен қатар, INAP алгоритмі, деректер кестесін қабылдауды қамтамасыз етпейді [64], бұл ақпараттың ішінара жоғалуына әкеледі. Егер желінің жұмыс режимі тұрақты максималды жүктеме ретінде сипатталатын тұрақты емес болса, сур. 3.9, содан кейін MPLS ядросынан тыс бағыттау тіпті IS-IS және IPv4 сияқты тиімді алгоритмдерді қолдану арқылы (3.9-суреттегі 1-позиция) берудің айтарлықтай кідірісіне әкеледі.

АТ параметрі сонымен қатар хабарламаларды ядро арқылы бағыттау кезінде бірқатар «қосымша» әрекеттерді орындайтын күрделі BGP алгоритмін қолдану кезінде өте маңызды болып табылады. Ресурстарды резервтеу функциясы бар RSVP алгоритмі анағұрлым тиімді болып табылады. Сондықтан желілердің тиімділігін салыстыратын қосымша зерттеулер кезінде (4-тараудағы есептеу тәжірибесі қарастырылған), осы алгоритм таңдалды.

3.5 Пакетті бағыттаудың бір бағытты динамикасы

Маршруттау мәселесінің жалпы тұжырымы, оның құрамдас бөліктерін жекелеген арналар бойынша беру үшін трафиктің бөліну мүмкіндігін болжайды, сервистің ішкі жүйесі үшін әрқашан қолданыла бермейді. Сонымен L8UR жүйесі үшін адресатқа сигналды қабылдау кезектілігін сақтау үшін қосымша талап қойылады. Осы тұрғыдан алғанда, қалыптасқан қатынастарға қазіргі уақыт факторын енгізу орынды болып көрінеді. Айнымалы бақылау интервалының басынан бастап есептелген сағат интервалының санына сәйкес болсын. Содан кейін, (3.4) ... (3.7) шарттарына қосымша, келесі хабарламаларға (уақыт $+C + 1$ арқылы жіберілген) «басып озуға» тыйым салатын талап енгізілуі керек, оны ұсынуға болады: $\wedge (* p_n (W)), k, 1, m, n = [1, Y].$ (3.18)

Жалпы жағдайда (3.18) k, f, m және n -дегі түйін сандары сәйкес келмеуі мүмкін, бұл алдыңғы хабарламаның бағытынан басқа жолмен келесі хабарламаны жіберуге болатындығын білдіреді. Сонымен қатар, L8UR сигналы әр желі түйініне бірегей жеткізілуі керек. Маршруттық ілмектердің пайда болуы да жағымсыз құбылыс болып саналады. Ағымдағы уақыттың әр түрлі сәттеріне сәйкес келетін L8UR берілуіне арналған шешімнің мысалы (өзгермелі мәндер ϵ) сызбасында келтірілген. 3.12.



3.12 сурет - желідегі YaBUR сигналы үшін оның құрамдас бөліктерінің жұмыс қабілеттілігінің өзгеруімен маршруттың нұсқасы (іске асырылуы): а) - уақыт бойынша виртуалды топология б) - уақытында £ 2

3 Тараудың қорытындылары

1. Қазіргі уақыттағы Ir-PON типті желілердің функционалдығын кеңейту үшін оптикалық талшықтарды физикалық ауыстырып қосуды немесе уақыт аралық мультиплексингті қолдануға негізделген сегментті пайдалану ұсынылады. Құрылғылар санының көбеюіне байланысты талшықты буындардың саны сәйкесінше ұлғаяды, бұл сөзсіз шағылысқан толқын амплитудасының ұлғаюына және жүйеде аздап қателіктерге әкеледі. Сондықтан, бұрмаланған беріліс жүйесі үшін негізгі желілік проблемалардың бірі шешілуі керек.

2. Трафикті жеке құрамдас бөліктерге бөлуге рұқсат етілген (әрі қарайғы тәуелсіз берілістермен) сигналдардың бағдарларын табу мәселесінің белгілі мәлімдемесіне сүйене отырып, желілік жабдықтар мен сызықтық құрылымдардың нақты күйін ескере отырып, аяқталуға дейінгі кідірістердің өлшенген қосындысының мәнін оңтайландыру үшін математикалық өрнек алынады. (Л.Клейнрока). Бағыттау параметрі үшін аналитикалық байланыс алынады, ол нақты шу иммунитетіне байланысты болады.

3. Бұл өрнекті сандық зерттеу MPLS ядросы, корпоративтік сегмент және интерфейс сегменті бар желіде жүргізілді. Есептеулер келесі желілік алгоритмдер үшін орындалды: INAP, IS-IS, OSPF, IPv4, RS VP және BGP. BGP алгоритмі қайта конфигурация жағдайында стационарлық кедергілер кезінде маршрутты жақсы орындайтыны көрсетілген. Бірақ өтпелі әсерлер болған жағдайда RS VP қолданған жөн.

4. Сонымен бірге алынған GoS-индикаторы негізінде (PE-нің аздаған қателігі, мысалы, желілік өлшеу нәтижелерінен алынған) негізінде QoS-индикаторын дәл бағалауды жүргізуге болатындығы көрсетілген: хабарламаны сенімді қабылдау мүмкіндігі. Бұл индикатор үшін цифрлық сигналдың нақты құрылымын ескере отырып, RSVP бағыттау хабарлама жүйесімен FOTS үшін жарамды өрнек алынды.

5. Қызметтің ішкі жүйесі, атап айтқанда, RSVP сигналы үшін динамикалық бағыттау тәсілі жасалды. Ұсынылған техникалық ұсыныс желілік сегменттердің нақты көрсеткіштерінің өзгеруімен байланысты бұл кейбір жағдайларда сервистің ішкі жүйелерінің сигнал берудің сенімділігінің төмендеуіне әкеледі, сондықтан олардың бағытын өзгерту қажеттілігі туындайды. Бұл сигнал жеке тәуелсіз трафик үлестері түрінде берілмейтіндіктен, бір бағытты бағыттау әдісі ұсынылған, сонымен қатар дірілдетуді азайту критерийі бойынша маршрутты таңдау ұсынылады, сонымен қатар желінің нақты жұмысын сипаттайтын параметрлер ескеріледі.

4 Сандық желінің оңтайлы топологиялық сұлбасын анықтау үшін есептеу тәжірибесі

4.1 Есептік эксперименттің мақсаты мен әдістемесі

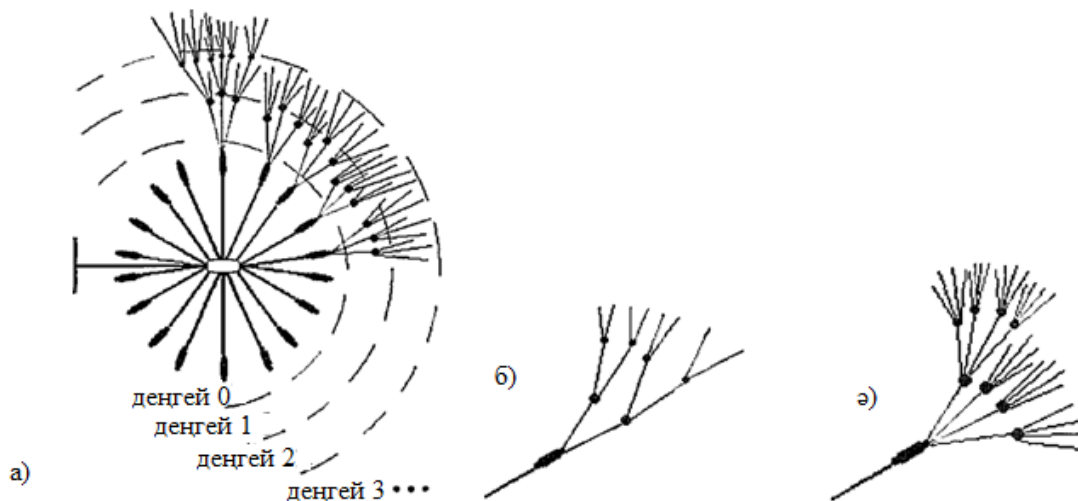
2-топта ұсынылған Lr-PON-ға арналған жұлдыз тәрізді сегмент жақсы көрсеткіштерге ие атап айтқанда оның физикалық құрылымы кез-келген басқа топологиямен салыстырғанда (мысалы, қоңырау) кез-келген басқа топологиямен салыстырғанда, мысалы, Габ абоненттерінің екі ерлі-зайыптылары арасындағы хабарламалардың ең аз уақытын қамтамасыз етеді. Бұл барлық бағыттар бойынша бірдей құрылысқа және HD параметрінің аздығына, сондай-ақ «ойлау» құрылғыларының болмауына байланысты. Шынында да, ерікті жұп жазылушылар арасында екі логикалық қашықтық бар (2.1, б-суретті қараңыз): 1 абоненттен жұлдыз тәрізді сплиттерге және сплиттерден 2-абонентке дейін, яғни. $HD = 2$. Егер сіз сплиттердің қасиеттерін ескергіңіз келсе, бұлай болады. Ал егер оған қажеттілік болмаса, онда $HD = 1$. Сондықтан, суретте көрсетілген абоненттік сегменттің топологиясы деп айта аламыз. 2.1, б ерікті абонентке және құрылыстың бірегейлігіне қатысты симметрияның физикалық қасиеттеріне байланысты абоненттердің бір-бірімен өзара әрекеттесу мәселесінде $T_{ab} \rightarrow \min$ критерийі бойынша оңтайлы.

Бірақ бұл топология ұсынылатын тәуелсіз арналардың аздығына байланысты абоненттерінің саны аз болған желілер үшін жақсы.

Кемшілікті каналдардың санымен түзету үшін, сур. 3.1 және суретке сәйкес. 3.4. Бірақ топология деректері күрделі, өйткені аймақтық сәйкестік пен қала құрылысының динамикасының біркелкі еместігін ескере отырып, абоненттердің жұптары арасында бірнеше жол пайда болуы мүмкін. Бұл оңтайлы топологияны табу міндеті өзекті болатынына әкеледі. Сонымен қатар, аталған факторлар негізгі топологиялық сызбаның біркелкі құрылысына әкелуі мүмкін, бұл қарастырылып отырған мәселені ушықтырады.

Осылайша: осылайша, есептеу экспериментінің мақсаты - табу (дамыту); оңтайлы топология! қауіпсіздік өлшеміне сәйкес жұлдыз тәрізді PON көп домендік абоненттік сегменті үшін; QoS қолдау көрсететін көптеген арналар.

Біз проблемаға топологиялық шектеулер қойдық; Сегмент жабдықта симметриялы болуы керек. Сегмент тек біркелкі жабдықты қолдана отырып немесе коммутаторларды қолдана отырып жасалады (3.1-сурет) немесе (UGOM тығыздағыштары (3.4-сурет)) Талшықты ауыстыру кезінде қосқыштардың каскадты қосылуына рұқсат етіледі (4.1, а-суреттер), бірақ барлық сегменттерде коммутаторлар қолданылады. тек бір түрі. Басқаша айтқанда, егер 1x2 ауыстырып-қосқышын пайдалану туралы шешім қабылданса, онда барлық деңгейлердегі абоненттік сегмент оның негізінде құрылады.



4.1 сурет - ажыратқыштарды қолдана отырып, пассивті оптикалық желіні симметриялы құру принципі: а - ұзын құрылымды сурет; б және ә - сәйкесінше 1x2 және 1x4 қосқыштарды қолдану суреттері

Деңгейлік қосудың TEM схемалары үшін рұқсат етілмейді, яғни суреттегі жалғыз нұсқаны қарастырды. 3.4. Арналар санының өзгеруі тиісті нөмірі бар OTOM құрылғысын қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.

Уақыт өте келе кездейсоқ өзгертін желінің әр бөлігі үшін көптеген параметрлер мен факторларды (жеке кедергілер мен бұрмалауларды) ескеру қажеттілігіне байланысты аналитикалық түрде мәселенің тиімді шешімін табу, жалпы айтқанда, мүмкін емес. Сандық сигналдарды модельдеуді қамтитын есептеу экспериментін жүргізген тиімді, бұл бізге REEK кіріс сигналындағы қателіктің ықтималдығын белгіленген мәннен екі ауытқуын және импульстің орын ауыстыруы немесе уақыт интервалының ауытқуын ескере отырып алуға мүмкіндік береді (DVI).DWI кездейсоқ шамасы болатындығын ескеру қажет, сондықтан сандық сигналдың кездейсоқ түрін DWI ескере отырып модельдеу үшін біз оның мәнін белгілейміз, оның таратылу ықтималдығын белгілеуіміз керек.

Осындай есептеу тәжірибесінің нәтижесінде берілген параметрлердің өзгеруіне байланысты тапсырмадағы ең жақсы топологиялық сұлбаны да, желінің сипаттамасын да алу керек. Сурет: 4.2-де есептеу экспериментін жүргізу әдістемесі көрсетілген.

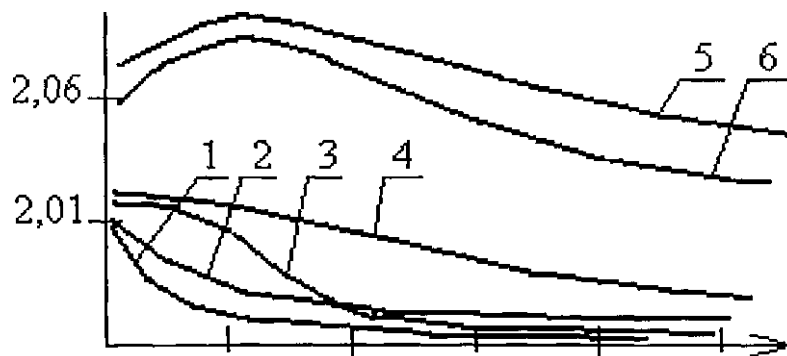
4.2 Сандық сигналдарды статистикалық модельдеу әдістері

Кездейсоқ ағындар теориясын қолдана отырып, импульсті сигналды әдетте кездейсоқ импульстің формасы мен ұзақтығымен модельдеу туралы шешім қабылданды [19]. Сондықтан модельдік сигнал үш параметрлі кездейсоқ жүйе болды. Бірінші параметр мәліметтер сигналына арналған кездейсоқ ағын болды (сигналдың өзі - трафик).Екінші параметр ұрудың ұзақтығы болды, ол DWI мен сәйкессіздікті анықтайды; ал үшінші параметр - каналдағы джигер мен шуылға байланысты импульстік пішін.

Деректер сигналын сандық модельдеу үшін төрт жалған кездейсоқ тізбек құрылды: $o [z (I)]$ бірліктердің кездейсоқ ағынын қалыптастыруға жауап берді.Кездейсоқ фактор дегеніміз бірлік импульстар арасындағы уақыт аралығы (сағат интервалдарының саны). Жасалған реттілік кез-келген каналда байқалатын уақыт аралығында j санын ескере отырып сигнал құрады $|> (11)$ негізінде DWI модельденді.Кездейсоқ фактор әдептілік ұзақтығының мәні болды.Жасалған бірізділік сигналды тұтастай қалыптастыруға да қатысты, $[r (n)]$ әр жалған кездейсоқ сан, циклдің нақты ұзақтығының сәйкес мәнін анықтауға қатысты, цикл үшін бір сан, екі рет бойынша негізделген $[r (W)]$ және $[g (1U)]$ модельденген фазалық ағын (дірілдеу) және тарату каналындағы шу деңгейі.

Кездейсоқ факторлар:дірілдің амплитудасы және шу амплитудасы.Мұнда $[g (w)]$ дәйектілігі барлық циклдегі әр циклдегі ағынның амплитудасын бірден алдыңғы жағдайға ұқсас етіп анықтады: бір цикл үшін $[g (W)]$ бір сан. $[G (1U)]$ дәйектілігі әр өлшеу үшін әр уақытта жасалды, бақылау аралықта қанша шара, бірдей ретпен жүрді $[g (1U)]$.Ерікті нөмірі бар кадаммен шуды модельдеу - $\xi \in [1, TU]$ төмендегідей жүргізілді. $[G (n)]$ ескере отырып алынған нақты тактикалық ұзақтығы 51 интервалдың үлкен санына ($[g (1U)]$ санына тең) бөлінді; [71] бағдарламасында бұл (1000-г-2000)

-81 = = терге сәйкес келді. Бөлімдердің нақты саны оператордың бұйрығымен таңдалды. 51 бөлімнің әрқайсысында сигналдың нақты амплитудасы m : 'санына сәйкес келтірілген және берілген оптикалық қуат мәні (0 немесе 1).



Сур4.4 Желілік тораптардағы жұмыс журналының жазбаларындағы құндылықты талдай отырып алынған DWI ықтималдылықты бөлудің ықтималдылық функциясының графигі: 1-АТС 33/35, 2 -АТС 54/55, 3 -АТС 37, 4 - АТС 30/34, 5 -АТС және 6-АТС 60/64.

4.3 Сандық сигналдарды бағыттау процесіне бұрмалаушы факторлардың әсерін статистикалық сандық модельдеу әдістері

3-тарауда сипатталғандай, абоненттік қойындыға хабарлама жеткізу уақыты желі сипаттамаларына байланысты, олар RSVP протоколымен бағыттағанда, егер ағымды трафиктің үлестеріне бөлуге рұқсат етілсе, параметрлермен сипатталады: $(W_u) = fA (Stk), (N_i)$ және d_{kl} . Жалпы жағдайда, PE, Pd_2 ағымдағы мәндерімен байланысты және желінің тұрақсыз күйі үшін ол қосымша қателіктермен екінші деңгейдің жылдамдығымен (ESR) және фондық қателіктері бар блоктар үшін қателіктің жылдамдығымен (VEK) байланысты. Бұл жерде біз тек абоненттік сигналды бағыттау туралы айтамыз, өйткені РСВП хаттамасына тиесілі қызмет сигналын жеткізу уақыты бекітілген, станция қондырғыларының бағдарламасында берілген және оны асырмаңыз, әйтпесе қызмет сигналында қате пайда болады, бұл абоненттік хабарламаны толығымен (толық) қайта жіберу пәрменін тудырады. Демек, RSVP үстеме сигналы үшін (3.19) қатынасы бойынша есептелетін және Габақа секіруге ұқсас әсер ететін JT джиттері туралы айту өте орынды.

Белгілі бір құрылғылар бар желілік сегменттердің топологиялық сұлбаларын модельдеудің қарастырылып отырған мәселесінде бұрмаланатын факторлардың пайда болуына әкелетін жабылуды қамтамасыз ету үшін (N_y) (W_{kl}) d_{kl}, Rd_2 және PE параметрлерінің осы құрылғылардың физикалық қасиеттерінен қатынасын алу қажет. Олардың жұмысының динамикалық ерекшеліктерін ескеретін сызықтар алайда бұл, біріншіден осы құрылғылардың алуан түрлілігімен, екіншіден, көптеген факторларды ескеру қажеттілігімен және, мүмкін, өзара әрекеттесетін бірқатар сипаттамаларды модельдеумен байланысты. Соңғысы жеке ғылыми жұмыс, және осы

диссертация аясында модельдеудің дәйектілігін қамтамасыз ету үшін төменде келтірілген жалпыланған сипаттамаға тоқталу ұсынылады. Көрсетілген параметрлерге мыналар жатады:

$$\{W_u\} = f_A(\langle *A \rangle) = ** / \langle * \rangle, + K \cdot PE_b; (H_{kl}) = h_u - P_{dz}(PE_r) + R_0; \quad (4.12)$$

(4.12) -ге енгізілген параметрлерді келесідей анықтауға болады: $8/0$ - бір ақпараттық биттің номиналды (анықтамалық) өңдеу уақыты. Сонымен, алгоритмдік кідірістің және өткізудің өткізу қабілеттілігінің орташа номиналды (анықтамалық) шамалары сәйкесінше жалпыланған сызықтың [38] мәні болып, d_0 болсын; A_i , b_i , h_{ki} және s_i - есептеу экспериментінде белгіленетін және сызықтар мен құрылғылардың ерекшелігін (ерекше қасиеттерін) анықтайтын коэффициенттер. РСВП бар желі үшін P (PE_X) қатынасы (3.17) қатынасы арқылы анықталады.

Сондай-ақ бұл жерде REVC сандық модельдеу нәтижесінде анықталған бұрмалануы бар нақты цифрлық сигналдың Arsal амплитудасына байланысты деп саналады, сур. 4.7:

$$PE_{,,} = P_{f,,}(0|1) \cdot P_{,,}(1) + P_{/>Я,,}(1|0) \cdot P_{,,}(0) \quad (4.13)$$

Мұндағы $P(1)$ және $P(0)$ - аздап логикалық бірлік пен логикалық нөлді жіберу ықтималдығы, сәйкесінше қателіктің шартты ықтималдығы.

Нақты сандық сигнал енгізілген скремблерді ескере отырып кодтаудың артықтығы және т.б. ақпараттық сигналда символдардың пайда болуынан (логикалық тәуелділік) байланысты 1 және 0 логикалық екіталай кездесуі болады. Бұл жағдайда:

$$P_{L1}) = - \text{и } p_{,,}(0) = 1 - X \quad (4.14)$$

4.4 Жұлдыз тәрізді Lr-PON үшін оңтайлы кесіндіні табу үшін есептеу тәжірибесінің нәтижелері.

Сурет схемасы бойынша есептеу эксперименті жүргізілді. 4.2 белгіленген барлық шамаларды анықтағаннан кейін: коэффициенттер және функционалдық тәуелділіктер. Бастапқыда қосқыштары бар тізбекке зерттеулер жүргізілді. Тапсырма каналдардың көптігі бар топологияны алу болғандықтан және коммутатордың түріне ешқандай шектеулер қойылмағандықтан, коммутатор ең көп арналар санына ие болды, дәлірек

айтсақ, 1x16 типті [50].1x2-ден 1x16-ға дейінгі барлық қалған модельдер де назарға алынды. [29, 50] -де келтірілген осы модельдердің параметрлері негізінде ах бу, ху және судың физикалық коэффициенттері, сондай-ақ оптикалық сызықтағы шағылысқан толқындарды анықтайтын сипаттамалар алынды. Коммутаторды сигналдың өзі басқарады, яғни. коммутатор реляциялық емес [1]. Жұлдыз тәрізді орталық сплиттер ретінде [54] құрылғы таңдалды, бұл айтарлықтай (100-ге дейін) арналарды біріктіруге мүмкіндік берді. Әр түрлі типтегі қосқыштарды көп деңгейлі қосу үшін қосымша зерттеулер жүргізілді.

Есептеулер көрсеткендей, деңгейлер санының өсуімен, шығыс сигналындағы бұрмаланулар алдымен шағылысқан толқынның күрт артуына байланысты баяу өседі (шамамен 4 деңгейге дейін). Соңғысының пайда болуына қосқыштардың өздері де, коммутаторлар арасындағы талшық сегменттері де ықпал етеді. Суретте. 4.8-суретте PE % биттік қателіктердің жалпы ықтималдылығының 1x8 қосқыштар үшін деңгейлер санына тәуелділігі көрсетілген.

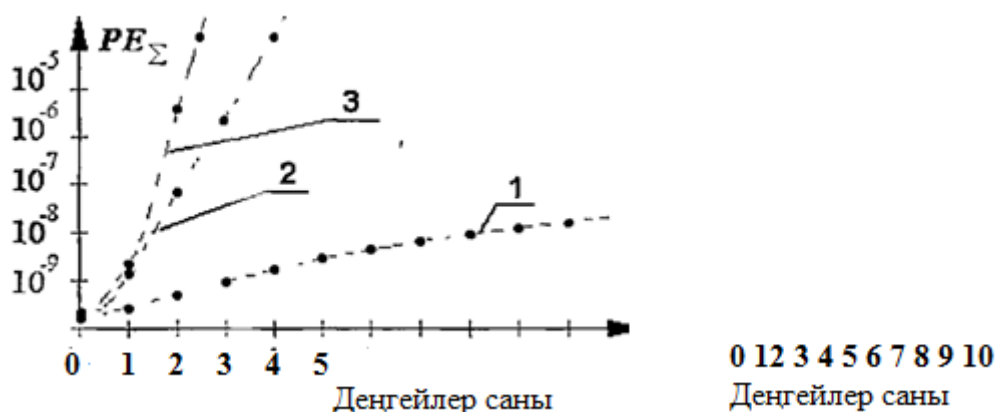
$$\begin{array}{c}
 10 \dots \\
 1d^6 10^7 + \\
 .8 \\
 10 \\
 .o \\
 10 \\
 \text{Ч f-} \\
 0 \qquad \qquad \qquad \text{H-1} \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 1 \quad 0 \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{Деңгейлер саны} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad (4.15)
 \end{array}$$

4.8 сурет - PE% аз қателіктердің жалпы ықтималдылығының 1x8 қосқыштар үшін деңгейлер санына тәуелділігі туралы иллюстрация.

Көруге болады, 2-ден 3-ке дейін деңгейлерде қателіктің ықтималдығы деректерді цифрлық арнаға жіберген кезде қолайлы. Сандық дауыстық трафикті (VoIP) типті 6-7 деңгейлі топологияда да жіберуге болады. Әрі қарай, қателіктің ықтималдығы едәуір артады, бірақ тұрақтылық ПЭВ үшін 10 деңгейден тұратын аймақта басталады. Алайда, мұндай деңгейлер желіні құруға қабылданбайды, өйткені $Re, > 10$ «6 мәндері цифрлық тарату үшін арнаны пайдаланудың қолайсыздығын көрсетеді.

Осыған ұқсас зерттеулер көп деңгейлі тізбектерде әртүрлі қосқыштарды қолдану үшін жүргізілді. Суретте. 4.9 есептеулер нәтижелерін ұсынылған. Шығарылымдардың көптігі бар коммутаторларды пайдалану аз шығулармен салыстырғанда бірдей деңгейлерде едәуір қателіктерге әкелетіні анықталды. Есептеулер көрсеткендей, 1x14.1x16 түріндегі ажыратқыштарды тек бір деңгейлі схемаларда қолдануға болады. Келесі топология үшін

қызықты нәтиже алынды: егер біз алдымен (нөлдік деңгейде, яғни, жұлдызды шашыратқыштан кейін бірден, 4.1-сурет) 1x2 типті қосқышты қолдансақ онда алдыңғы жағдайға қарағанда шығыс санының жартысы бар коммутаторды қосып онда қателіктің ықтималдығы айтарлықтай қысқарды. Салыстыру 1 (1x2 + 1x8) қисығы және 3-сурет (1x16) суретте келтірілген. 4.9, а. Біріншіден, каналдарды көбейту арқылы көбейту керек, тек соңында (қажет болған жағдайда) көп шығыс қосқышты қолданған дұрыс.



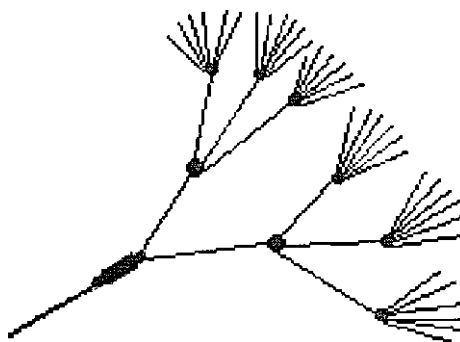
4.9 сурет – Әр түрлі қосқыштар үшін деңгейлер санына PE% тәуелділігінің суреттемесі: а)-көп шығыс қосқыштар қолданылады: 1-1 x2 жүйесі нөлдік деңгейде, содан кейін 1x8; 2-1 x 14 және 3-1x16 типі;б) - орташа шығу қосқыштары қолданылады: 1-нөлдік деңгейдегі 1 x 3 жүйесі,содан кейін 1x4 (яғни, барлығы 1x12); 2-1x7 және 3 - 1x8 типтері.

Гетерогенді ажыратқыштарды қолдану қателік ықтималдығы тұрғысынан ең жақсы нәтиже беретіндігін анықтап,есептеу тәжірибесін таңдап,орталық жұлдыз тәрізді сплиттердің 100 арнаны қамтамасыз ететіндігін ескере отырып,көптеген арналарды ұсынатын коммутация тізбегінің топологиясын таптым.

Топология PE £ <10 ~ 8 4-10 «қамтамасыз ету шартымен табылды. Есептеулер нөлдік деңгейде (жұлдыз тәрізді сплиттерден кейін бірден) 1x2 қосқышын, содан кейін 1x3, содан кейін 1x6 пайдалану керек екенін көрсетті, мысалы, 4.10-сурет, мысалы.Орталық каналға барлығы 36 арнаны алуға болады (жұлдыз тәрізді сплиттерден).

Талшықтарды біріктіру қағидаты бойынша орталық сплиттердің физикалық қасиеттері, демек талшықты каналдар санына байланысты ескерілмегендіктен, соңғысы желінің пайдаланушы сипаттамаларына әсер

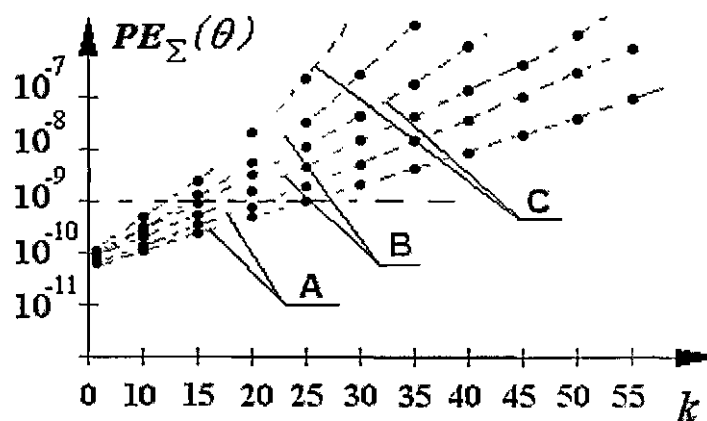
етпейтіні анық. Бұл дегеніміз, абоненттік сегменттегі арналардың жалпы саны туралы емес, олардың нақты саны туралы айтпаған жөн, яғни. орталық сплиттерден бір бағытта құлау немесе осы каналдардың біркелкі таралуы үшін белгілі бір бұрыштық секторда орналасуы.



4.10 сурет - Орталық оптикалық талшыққа арналардың ең көп санымен коммутациялық тізбектің топологиясының иллюстрациясы.

Коммутация тізбегінің ең жақсы топологиясын, арналардың саны бойынша және берілістің шуылға қарсы иммунитетін анықтағаннан кейін, ГТС жұмысын тоқтатуға ұқсас зерттеулер жүргізілді. Мұндай схемада мультиплексорларды кезең-кезеңмен қосу мүмкіндігі қарастырылмаған арналар санын тек мультиплексордың шығысын көбейту арқылы көбейтуге болатын еді.

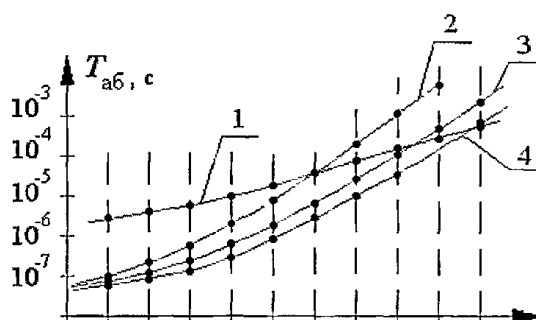
Бірақ алдыңғы жағдайдан айырмашылығы, есептеулер бірден ТОМ мультиплекстеу қасиетін ашты. Мультиплексор өте жақсы жұмыс істейді және кенеттен ақаулықсыз режимдер жоқ деп есептесек те, кіріс симуляцияланған сигналдарда фазалық ағынның болуы (4.7-сурет) көптеген арналарды біріктірген кезде айтарлықтай шығуға әкеледі. Кіріс сигналдарындағы DWI сияқты параметр қосу қасиетіне ие, ал шығуда уақыт интервалының ауытқуы өте маңызды. Суретте. 4.11 суретте Metro Ethernet отбасының асинхронды TDM мультиплекстеу қондырғыларындағы біріктірілген арналар санының DWI графиктері көрсетілген.



Сурет 4.11 - Кіріс сигналдарындағы әр түрлі бұрмалану параметрлері үшін DVI-ге қатысты қателіктердің жиынтық ықтималдығының графикалық тәуелділігінің суреттемесі.

Есептеулер OTOM тізбектерін қосымша синхрондау тізбектерінсіз пайдалану 15-20 канал ішінде шектеулі екенін көрсетті, бұл, әрине, суретке сәйкес коммутация тізбегінен төмен болып табылады. 4.10. Керісінше, DVI-нің кіріс деңгейін басатын синхронизаторды қолдану OTOM тізбектерінің шум иммунитетін едәуір арттырады және оларды қолдануды шамамен 45-50 арнаға дейін тиімді етеді. Жоғарыда көрсетілген арналар санының ұлғаюы тағы да қателік ықтималдығының артуына алып келеді, бұл физикалық себептерге байланысты технологиялық кідірістердің ұлғаюымен байланысты (ас, бс, вс коэффициенттерімен сипатталады).

Осылайша, синхронизатормен бірге қолданылатын OTOM тізбектерінің ең жақсы параметрлерін анықтай отырып, коммутация тізбектерімен салыстырғанда, осы «жақсы» топологияларды абонентке хабарлама беру уақытының сапасының басқа көрсеткішіне қатысты салыстырмалы зерттеу жүргізілді. Абоненттерді (1 абонент және 2 абонент) бірнеше (кем дегенде 2) жолмен қосуға болады деп болжалды. Таб (к) есептеу нәтижелері суретте келтірілген. 4.13. Сызықтың кешігуіне байланысты есептеулерде құрылғылар арасындағы талшықты-оптикалық жолдың ұзындығы 10 км-ден аспайды, бұл қалалық масштабты желілерге тән. Сонымен қатар, абонент жіберетін хабарлама пакеттің ұзақтығына тең бір «сөзден» тұрады, ал желідегі бит жылдамдығы абоненттің сигналы үшін 10 Мбит / с құрайды.



4.12 сурет - Қарастырылған топологиялық сызбалар үшін арналар саны бойынша абонентке хабарлама жеткізу уақытының тәуелділігі туралы иллюстрация 0 10 15 20 25 30 35 40 45 50 50 фунт трафикті берудің 3 әдісі болған жағдайда:

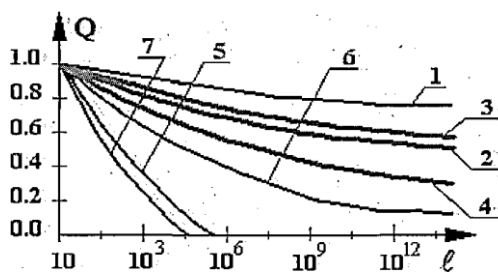
1-синхронизаторы бар ОВТМ диаграммасы; 2,3 және 4 коммутация схемаларына сәйкес келеді; 2-суретте көрсетілген гетерогенді қосқыштармен схема. 4.10, 1-16 типті коммутаторлардың 3 деңгейлі коммутациясы 4 деңгейлі коммутатор 1 x 2 типті коммутаторлар (каналдардың бірдей санын алу үшін, бұл жағдайда көп деңгейлерді пайдаланамыз).

Есептеулер ОТДМ схемасында хабарламаны жеткізу ұзақтығының артуына қарамастан, арналар санының өсуімен бұл мән онша өспейтіндігін көрсетті. Алайда $k > 65$ 4-70 параметрінің жоғарылауымен Габ қолайсыз болады: $T_{ab} > 10$ «, бұл Ethernet-тің көмегімен ажыратылуға әкеледі».

Коммутациялық тізбектер керісінше - алдымен олардың сипаттамалары жақсы («35 4-40» дейін), содан кейін олар мультиплексор топологияларын жоғалта бастайды. Бұл сигналдың таралу кешеуілдерінің жиналуына байланысты шығар. Сонымен қатар, РЕ2-де каналдар саны мен «пайдалы» схема біртекті топологияларға қарағанда баяу хабарлама беретіндігі анықталды. Дегенмен, жоғарыда алынған k және 36 үшін хабарлама өте қолайлы, дегенмен есептеулер негізінде; ОТРМ схемасын пайдалану тиімдірек деп қорытынды жасауға болады РЕХ және $T \wedge$ бірдей мәндерінің ішінде арналардың көбірек санын қамтамасыз етуге болады.

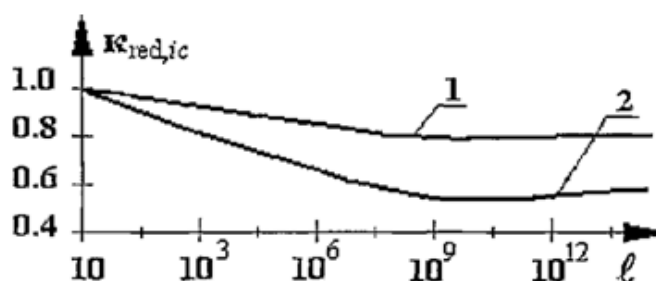
Схемаларды зерттеу абоненттер арасында трафиктік өткізудің Зүлкен әдісі көрсетілген бұл хабарламаны жеткізу уақыты артады. Бөлудің шамамен 2 және 3 тәсілі бар бірдей схемалар.

Бұдан кейін алынған топологиялық шешімдердің сенімділігін анықтау үшін зерттеулер жүргізілді. Желінің сенімділік көрсеткіштерінің (4.20)...(4.22) үшін жасалған математикалық моделінде қызмет сигналы арқылы алынған қыстырғыш маңызды фактор болып табылады; сигнал нақты уақыттың аналогы болып табылатын -С желісі арқылы өткен кезде жұмыс санына тәуелділік туралы айтуға болады. Суретте. 4.13 және сур. 4.14-суретте әр түрлі дизайн жағдайлары үшін абоненттік сегменттің қол жетімділік коэффициенті және жұмыс істеуі мүмкін болатын графикалық тәуелділіктер көрсетілген;



4.13-сурет - жұмыс санына байланысты үзіліс уақыты

1,5,6 және 7 қисық сызықтар-ОТВМ көмегімен схема үшін жасалады;2,3 және 4 - коммутация тізбегі үшін Синхронизаторды қолдану (қисық 1.) жұмыс уақытын едәуір арттыратынын көруге болады;6 қисығы 2-суретке сәйкес келеді.4.11; 5 1-суретке сәйкес келеді.4.11, және барлық сигналдардағы уақыт интервалдарының ауытқуы мүмкін біртұтас сигналдың сәйкес келмеуіне және сәтсіздікке (сәтсіздікке) әкелетін ең нашар жағдай үшін (бір белгімен) қорытынды шығарылады.Инжуде ұсынылған.4.13 2, 3 және 4 қисықтары сызба мен индикаторлардың параметрлеріне сәйкес келеді (сонымен қатар 2, 3 және 4-графиктер)сур.4.13.Гетрогенді қосқыштармен тізбектің(4.10 суретке сәйкес) 2 қисық сызыққа сәйкес келетін сенімділігі бар бірақ соған қарамастан, құрылғылар бірдей типтегі тізбектен төмен.SUGOM схемасы сенімділік пен шуылға қарсы иммунитет жағынан да жақсы көрсеткіштерге ие екендігіне және арналар санына байланысты, сегменттің қол жетімділік коэффициентін оның жұмыс нөмірінен зерттедік, сур. 4.14.



Сур.4.14 Дайындық коэффициентінің өзгеру жұмысы

Осылайша есептеу эксперименті көп деңгейлі коммутация схемасы ОТВМ мультиплекстеуімен схемадан әлі де төмен екендігін көрсетті.Бірақ соңғысы тиімді жұмыс істеуі үшін қосымша синхронизаторды қолдану керек.Шынында да, мультиплекстеу бар желілердегі әдебиеттерді талдау көрсеткендей мультиплекстеу жұмысы қосымша синхрондау жүйесіз пайдалану тиімсіз.Коммутация тізбегі қосымша синхрондауды қажет етпейді бұл аз арналардың сегменттерін салу кезінде өте тартымды етеді.

4.5 Тарауға қорытынды

1. Жұлдыз тәрізді Lr-Pop үшін оңтайлы топологиялық сұлбаны табу мәселесін шешу үшін қатысушы шамаларды модельдеу және есептеу экспериментін қолдану туралы шешім қабылданды.Алдыңғы бөлімдерде берілген цифрлық сигналды бағыттау процесінің математикалық модельдері соңғысына негіз болды.Эксперименттік жобада бұрмаланған факторларды бір уақытта қарастыру және сигналдың сәйкес келмеуіне әкелетін уақытты кідіруге рекурсивті қайта есептеу кірді.

2. Есептеулер төрт жалған кездейсоқ тізбекті пайдаланып, кіріс сигналдарын статистикалық модельдеу кезінде жүргізілді. Кездейсоқ ағындарды модельдеу, уақыт интервалының ауытқуы, артериядағы ағындық

және аддитивті шу. Жетілмеген аппараттық құралдармен байланысты сигналдардың таралуының кідірістері эмпирикалық коэффициенттердің көмегімен модельденді. Модельдеудің жеткіліктілігі математикалық аппарат пен компьютерлік технологияны дұрыс қолдану арқылы қамтамасыз етілді.

3. Жұлдыз тәрізді орталық сплиттерді салудың физикалық жақтарын ескерусіз, орталық абоненттік сегменттегі арналардың жалпы саны маңызды рөл атқармайтындығы анықталды. Олардың көп болуы мүмкін. Сондықтан жұлдыздағы арналардың саны туралы емес, олардың нақты саны туралы, мысалы, жұлдыз тәрізді сплиттерге қатысты бұрыштық секторда сөйлескен жөн.

4. Көп деңгейлі сұлбалар шағылысқан толқынның көбеюіне және онымен бірге жіберілетін қателіктерге байланысты бір деңгейден айрылатыны анықталды. Алайда, екі немесе үш деңгейлі тізбектерді қолдану әлі де шағылыстыруға байланысты айтарлықтай қателіктерге әкелмейді, бірақ көптеген арналарды алуға мүмкіндік береді (коммутация тізбегі үшін). Сонымен қатар, коммутатордың шығыс санының көбеюі аз шығысымен коммутатор деңгейінің жоғарылауына қарағанда желінің тиімділігіне әкелетіні анықталды. Алайда, бұл нәтиже коммутаторлардың жұмысының физикалық жақтарын ескерусіз алынғандығы анық. Сонымен қатар, каналдар саны бойынша және QoS және GoS индикаторларын ұсыну бойынша ең жақсы коммутация схемасы 1x2, содан кейін 1x3, содан кейін 1x6 бар топология болып табылады.

5. Есептеулерге сәйкес ОТЕМ бар схема арналар санын көбейту тұрғысынан ең тиімді болып табылады. Бірақ олардың саны 45-48-ден асқан кезде, схеманың тиімділігі абоненттердің қажеттіліктерін қанағаттандыру тұрғысынан төмендейді, өйткені мультиплекстеуге байланысты аппараттық кідірістер қазірдің өзінде маңызды болып табылады. Арналар санының одан әрі ұлғаюымен көрсетілген кідірістер өте күшті өседі және 67сағ-75 каналдан асады, ОТЕМ тізбегі абонентке сигналды қолайсыз баяу жеткізеді.

6. Алынған нәтижелердің соңғысы аппараттық уақыттың ұлғаюымен байланысты, бұл жағдайда кіріс сигналдарындағы уақыт интервалының ауытқуы нәтижесінде пайда болады. Бұл алдын ала есептеулерде көрсетілгендей ОТЕМ көмегімен топологияның сипаттамаларын едәуір жақсарта алатын қосымша синхрондау тізбегінің қажеттілігін білдіреді.

5 Толық оптикалық мультиплексорды кіріс сигналмен синхрондау әдісі.

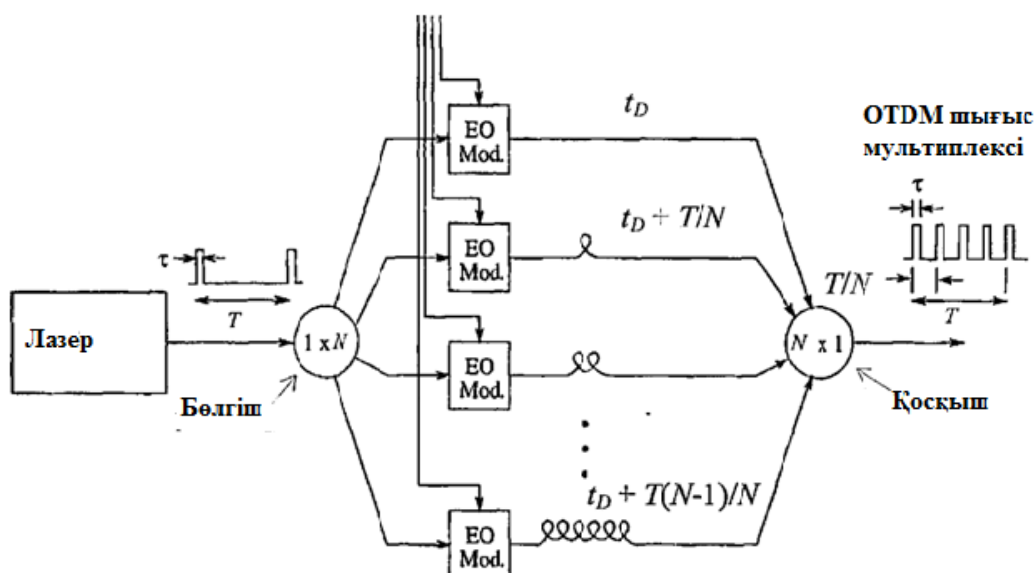
Тарау кіріс сигналымен синхрондалған мультиплексирлеуші OTDM құрылғысының функционалды диаграммасын әзірлеуге және зерттеуге арналған. Ұсынылған тізбектің әрекеті мультиплексорға жартылай берілген, ішінара синхронизатордың талшықты цикліне жіберілетін кіріс сигналын бөлуге негізделген. Соңғы жағдайда толқын ұзындығына жақын оптикалық

сигналдардың фазалық кросс-модуляциясының (PCM) әсері қолданылады. Схема абоненттік сигналдарды синхрондауды және шығыс сигналдағы DVI мәнін төмендетуге мүмкіндік беретін TDM құрылғысының сағаттық интервалдарының «маскасын» түзетуді қамтамасыз етеді. Синхронизатордың жобалық параметрлері оның тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін бағаланды. Нысаналы параметр - сигналдың жиілік ығысуы тізбектің жобалық параметрлеріне байланысты - көбінесе талшықты-оптикалық цикл ұзындығы мен синхронды сигналдардың толқын ұзындығына байланысты. Диссертацияда алынған нәтижелерді телекоммуникация кәсіпорындары мен оқу орындары үшін қолдану нұсқалары қарастырылады.

5.1 Кіріс сигналымен синхрондалған толық оптикалық мультиплексор құруға көзқарас.

Оптикалық желілердің абоненттік бөлігіндегі арналар санын көбейтудің жоғарыда аталған тұжырымдамасы оптикалық TDM1 қолдануды қарастырады. Қазіргі уақытта мұндай құрылғылар сериялы нұсқада әлі іске асырылмаған, бұл оларды өндірудің күрделілігімен ғана емес сонымен қатар толық оптикалық бақылауды қамтамасыз етудің күрделілігімен, осы формада жүзеге асырумен де байланысты. Сервистік ішкі жүйелер. Диссертацияның бұл бөлімі үндестіру тюнингінің осы міндетін жүзеге асыруға арналған.

TDM-нің ажырамас бөлігі-биттерді, тайм-слоттарды немесе хабарларды (пакеттерді) кезектестіру. Соңғы жағдайда "пакеттерді қысу" (packet compression) оптикалық жолы талап етіледі. OTDM классикалық процесі жалпы жағдайда үш қадамнан тұрады [1], сурет. 5.1 және төменде сипатталған.



Электрондық арналар арқылы түсетін деректердің кіріс N биттері

Сурет 5.1-толық оптикалық мультиплексирлеу операциясын жүзеге асыру

Бастапқыда лазер кіріс арнасы бойынша беру жылдамдығына сәйкес келетін қайталану жиілігімен тар оптикалық импульстердің (t сек) мерзімді ағынын генерациялайды, сурет.5.1, ол электрондық болуы мүмкін. Бұл жағдай үшін электрооптикалық модуляторлар (EO Mod. суретте). Содан кейін кіріс импульстерінің ағыны (қазірдің өзінде оптикалық болған) өңдеудің үш сатысынан өтеді. Бұл:

1) импульстер ағынын жекелеген арналардың N - ге бөлу, мұнда N -сығу коэффициенті (compression factor), оған оптикалық мультиплексирлеудің арқасында жеке арнаға қатысты ағынның жылдамдығы артады. Оптикалық импульстердің t ені шарт орындалатындай таңдалады: $t < T/N$, мұнда T - электрондық деректер ағынында екілік разряды беру интервалы.

2) модуляторларды (EO Mod) пайдалана отырып, кіріс арналары бойынша келіп түсетін ақпараттық биттермен лазерден түсетін оптикалық импульстердің параллель модуляциясы. Соңғы білдіруі мүмкін, мысалы, тез әсер ететін электрооптические двухпозиционные ауыстырып қосқыштар (on-off switch). Егер кіріс сигналдары оптикалық түрде болса, онда модуляторларды оптикалық-оптикалық пайдалану керек.

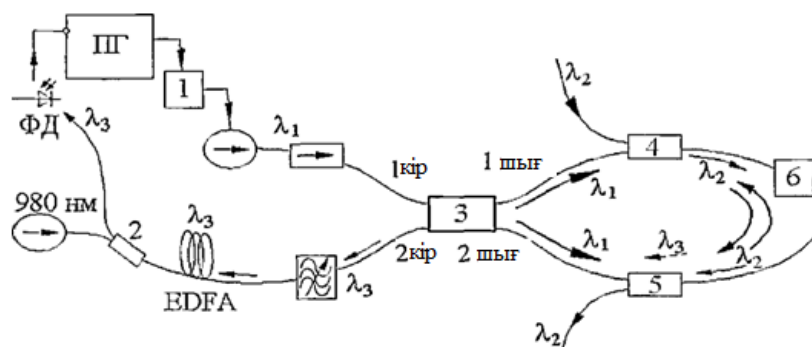
3) модуляторлардың шығыс сигналдары оптикалық кешіктіру сызықтары арқылы белгіленген кідіріс уақыты 0 -ден $tD + \Delta$ секундқа дейін қосқышқа жіберіледі, онда олар біріктіріледі (қабаттасады), бұл $iV-t$ жылдамдығымен пассивті мультиплексті OTDM сигналының пайда болуына әкеледі. бит / с

Сонымен қатар оптикалық сигналдың рұқсат етілген пішімі пассивті кідірісі бар тарату пішімі болып табылады (нөлге қайтарумен кодтау немесе return-to-zero). Егер кіріс деректер ағынында биттік жылдамдық 10 Гбит/с (10^9 с) құраса, ал импульстің ұзақтығы лазерден (бүгінгі күні кең таралған лазерлер модельдерінің параметрлерін ескере отырып) $T \sim 5$ ретімен болса. Бұл әдіс бір талшыққа дейінгі 1000 каналға дейін мультиплексирлеуге мүмкіндік береді. Оптикалық кідіріс желілеріне қойылатын талаптар: x_0 , $t_0 + 10$ пс, $t_0 + 20$ пс, түрі болуы мүмкін ... және т. б., мұнда T_0 мәндері OTDM-мультиплексорды теңшеу барысында таңдалуы мүмкін.

PON және Metro WDM типті толық оптикалық желілер технологиясының дамуымен, мысалы, маршрутизацияны орындайтын көп арналы жабдыққа электронды құралдарды пайдаланбай жұмыс істейтін талшықты-оптикалық сегменттерді қосу міндеті туындайды. Бұл сигналдардың синхрондалуын қамтамасыз ететін тактілік есептеулердің фазалық қосалқы құрылуын орындау немесе осындай ұқсас қызметтік функцияларды орындау қажеттілігіне әкеледі. Сонымен қатар, оптикалық сегменттің толық синхрондалуын ескере отырып қосымша құрылғы электрондық әсерлерді емес, оптикалық әсерлерді тарту арқылы орындалуы тиіс.

Берілген тапсырманы шешу үшін талшықты-оптикалық ілмекті желіде пайда болатын фазалық кросс-модуляция әсерін (ФКМ) пайдалану ұсынылды

құрылатын генератордың импульстері (ПГ, X₃) мен желінің толық оптикалық сегментінен (А, 2) келетін импульстер арасында. 5.2.



5.5 сурет-синхрондау фазалық қосалқы қондырғысының толық оптикалық сұлбасы: ПГ - кері генератор құрамында отба-мультиплексор бар; 1-лазердің басқарушы блогы (2-бағытталған тармақтағыш; 3-2x2 тармақтағыш екі шығу порты шағын ұзындықтағы талшықты-оптикалық ілмекке қосылған; 4 және 5- бағытталған \\ \ T)м-мультиплексорлар; 6 - тар жолақты күшейткіш (X₂).

Реттеу әсерін жүзеге асыру үшін шығыс порттары ілмектер тізбегіне жалғанған 2x2 аз шығынды талшықты сплиттер қолданылады. X \ толқын ұзындығында PG-ден шығатын оптикалық импульстер сплиттерде екі бірдей есептегіш ағындарға бөлінеді олар цикл бойымен қозғалғанда бірдей фазалық ығысуларға ие болады. Циклден өтетін сағат импульсі сплиттердің араластырғышына конструктивті кедергі жасайды, бастапқы импульске қосылады, ол кіріс портынан кері енеді (амплитудасы өзгермейді) (сплиттер мен талшық цикліндегі айырмашылықпен). Сплиттердің екінші кіріс портына орнатылатын және белгілі бір толқын ұзындығына (X₃ Ф X \ Ф X₂) реттелген тар диапазонды сүзгі мұндай сағаттық импульсті эрбиум күшейткішіне өткізбейді (Erbium Doped Fiber Amplifier - EDFA), содан кейін генераторды дәл баптау үшін. Алғашқы кіріс портына орнатылған изолятор артқы шағылыстырылған импульстің ИГ лазеріне кіруіне жол бермейді.

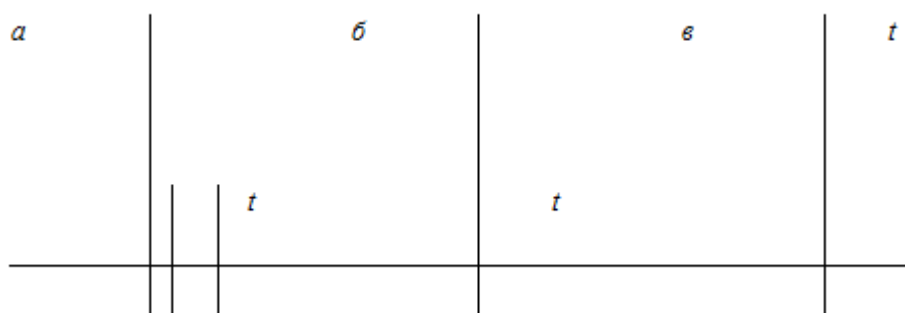
Ілгек контуры сыртқы импульстік ағынның X₂ФX \ толқынның басқа ұзындығына келіп түсуі нәтижесінде келісілген болып табылады, ол ПГ-дан келе жатқан импульстердің бірімен бірге ілгек желісі бойынша бағыттанып таралады. Бұл толқын ұзындығына импульстің ыдыраған бөліктері үшін фазаның өзара ығысуына әкеледі, бұл араластырғышта олардың интерференциясынан аз әсер береді, сондай-ақ X₃ толқынының бірнеше ығысатын ұзындығына кіші амплитуданың импульсінің пайда болуына әкеледі.

Мұндай ығысқан импульс 3 құрылысы арқылы өтеді, әрі қарай жолақты сүзгішпен өткізіледі, EDFA-да күшейтіледі және генератордың қосымша құрылысына түседі. Тиімділігін арттыру үшін өзара іс-қимыл, сондай-ақ орындау үшін IR-регенерация сегментінде толық

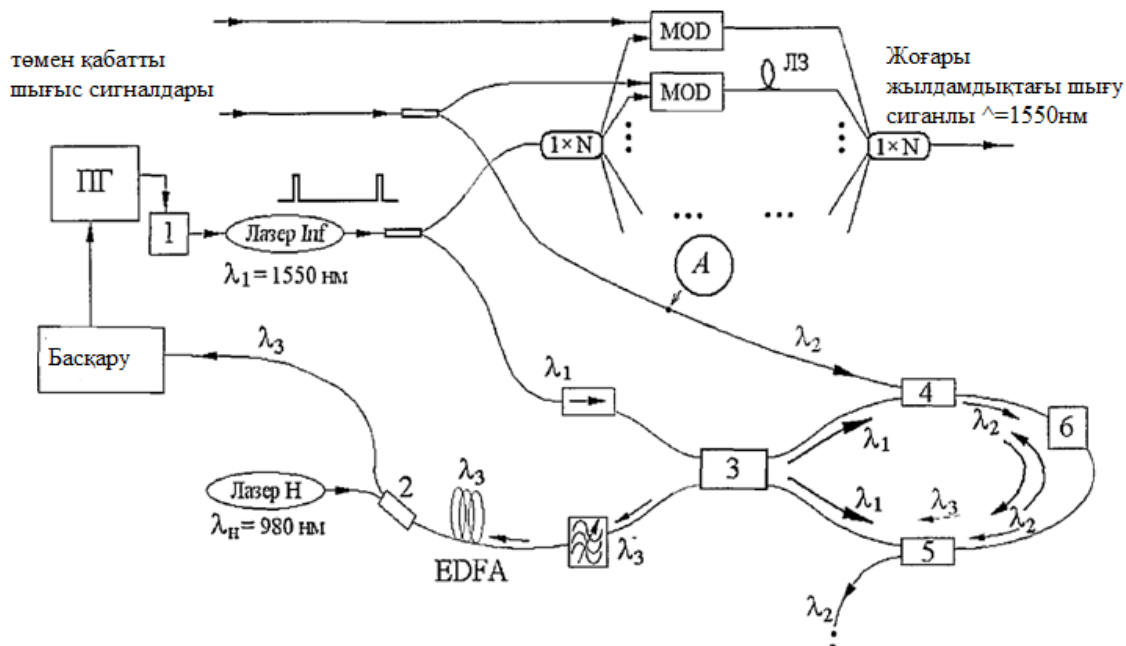
оптикалық желі келіп түскен, желілік сегментінің импульстер арқылы өткізіледі таржлоақты күшейткіш б.

Мұндай жолмен алынған сигнал ПГ үшін қателіктің инверсиялық сигналы болып табылады, өйткені ол көп болған сайын, қарастырылып отырған сигналдардың арасында үнсіздендіру аз. Мұндай антирассинхрондаудың сигналы x_2 кіріс сигналы болмаған кезде немесе импульстер Елеулі сәйкес келмеген кезде мүлдем болмайды, сурет. 5.3, а. егер көрсетілген импульстер ішінара сәйкес келсе сур5.3, б, онда антирассинхронизация сигналы үлкен болмайды. Соңғысы импульстер толық сәйкес келген кезде барынша болады, күріш. 5.3е.

Суретте. 5.4 - кіріс сигналы бар оптикалық талшықты цикл көмегімен синхрондалған OTDM құрылғысының диаграммасы. Ұсынылған схема кез келген сигналмен синхрондауды қамтамасыз етеді. Бұл DVI ең жоғары мәні бар сигнал болуы мүмкін немесе керісінше мультиплекстеу құрылғысын басқаратын ең дәл параметрлері бар сигнал болуы мүмкін. Егер көптеген кіріс арналарымен, тіпті орташа нұсқамен де синхрондауды қамтамасыз ету қажет болса, онда қосылымды А нүктесінде ашып, (5.4-сурет) және талшықты-оптикалық орта құрылғыны қосу керек. Бұл құрылғыны суретте көрсетілгендей Y-сплиттерлер арқылы әрбір кірістерден кіріс сигналдары берілуі керек.



5.3сурет ПГ импульсін өзара салу нұсқалары (майлы сызық) және сыртқы сегменттен түсетін импульс желісінің (жіңішке сызық): а-Елеулі сәйкессіздік; б-ішінара сәйкессіздік және в-сәйкессіздік.



5.4 сурет Синхрондалған OTDM құрылғысының сұлбасы. Кіріс сигналдары оптикалық түрінде беріледі деп болжанады, сондықтан жоғарыда қарастырылған модуляторларды (MOD) толқын ұзындығын басқаруға болады (қақталған) $X \wedge X_u$.

5.2 Синхронизатордың сандық тарату жүйесінде жұмыс істеуін қамтамасыз ететін құрылымдық параметрлерін анықтау.

5.2 Суретте синхронизатордың функционалдық диаграммасы келтірілген, оны басқару үшін оның жобалық параметрлерін таңдау қажет: радиациялық параметрлер және талшықты-оптикалық цикл параметрлері. Бірінші жағдайда, бұл:

- i және $o > 2$ (толқын ұзындығы X_1 және X_2) қақпаның (1) және сырттан келетін импульстардың жиілігі (2);
- көрсетілген импульстардың спектрлік енінің $8 \otimes i$ және $bsog$;
- көрсетілген P_x және P_2 импульстарына арналған қуаттың ең жоғары мәні. Тар диапазонды күшейткіш 6 (5.2-сурет, 5.4-суретті қараңыз) мүлдем қолданылмауы немесе жоғарыда (ертерек) орналасқан құрылғының үстінде орналасуы мүмкін. Екінші жағдайда, бұл:
 - 4 және 5 компоненттер арасындағы талшықты-оптикалық циклдің ұзындығы L -сурет. 5.2 (қалған пайдаланылған талшық сегменттері технологиялық орнатудың қарапайымдылығына байланысты аз таңдалады);
 - 5 / сүзгінің спектрлік ені, L , 3, сурет бойынша толқын ұзындығында индукцияланған импульсті беруге арналған. 5.2;
 - EDFA өсуі немесе ZEDFA эрбий толқынының ұзындығының мәні және ол үшін сорғының қуат деңгейі P_n (980 нм), сур. 5.2.

Синхронизатордың жұмыс принципіне сүйене отырып, радиациялық параметрлерді РСМ құбылысының моделі негізінде анықтау керек. Сәйкесінше кеңейтілген талшықтағы оптикалық импульстің таралуының (динамикасының) дифференциалдық теңдеулерінің жүйесі РСМ құбылысын сипаттау үшін қолданылады және берілген бастапқы шарттарда оның шешімін табу нәтижесінде (яғни, импульстардың кіріс параметрлерін біле отырып, яғни (1) және (2)) және шекаралық шарттар (сыну көрсеткішінің профилі [50] сияқты талшықтың параметрлері, дисперсия коэффициенттері және т.б. белгілі болғанда), оның фазасын ескере отырып, импульс түрін (мысалы, импульсті (2)) белгілеуге болады және осыған байланысты қазірдің өзінде барлық қажеттіліктерді орнатты Қабылдау параметрлері. Немесе сіз зерттеушілердің тәжірибе жүзінде алған белгілі нәтижелерін пайдалана аласыз. Сондықтан [1] -де тиімді РСМ алу үшін импульстік толқын ұзындығының (1) және (2) толқын ұзындығының минималды дисперсиясының қарама-қарсы жақтарынан (1,3 мкм жуық) алынған эксперимент сипатталды. СМФ-28 талшықты түрінде.

Алайда бұл опция қарастырылған проблемада оңтайлы емес, өйткені импульстардың бірінің толқын ұзындығы, атап айтқанда импульстар (1); жоғары жылдамдық; биттік ағынды сандық тарату стандарттарына негізделіп таңдау керек, яғни. болуы 1550 нм және т.б.. Эксперименттік жұмыстар сонымен бірге белгілі, мысалы [74] мұнда A_1 нөлдік дисперсияның толқын ұзындығына жақын таңдалды, ал ИКМ-ге тікелей қатысатын λ_2 , I және басқа параметрлер эксперименталды түрде таңдалды; Осылайша; осылайша пайда болған импульстің ығысуы 1 пс құрайды. Алайда жоғарыда айтылғандай, бұл нәтиже қарастырылып отырған проблемада қолданыла алмайды.

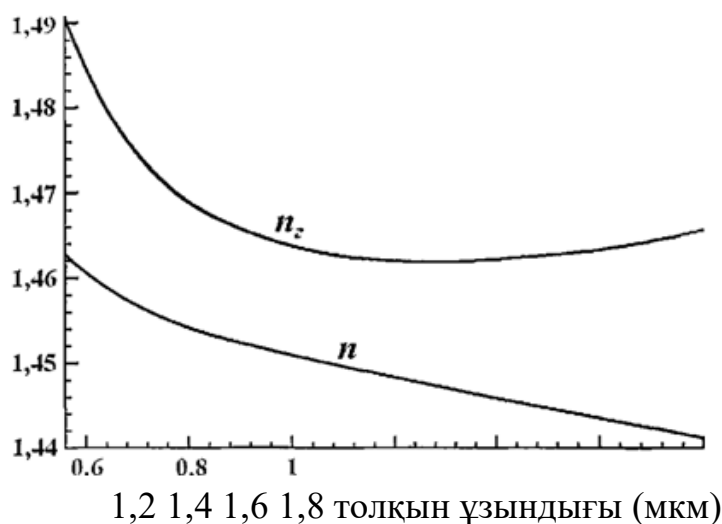
Сонымен қатар, жүйенің жай-күйінің нақты жеке жағдайлары үшін алынған жақын арақатынастарды пайдалануға тоқталайық.

Шынында да РСМ әрдайым фазалық өзін-өзі модуляциямен қатар жүреді және толқынның тиімді сыну көрсеткіші тек осы толқынның интенсивтілігіне ғана емес, сонымен бірге оны тарататын басқа толқындардың қарқындылығына да байланысты болатындығында. Сәйкесінше РСМ бірдей қарқындылықта FSM-ге қарағанда 2 есе тиімді. Мұның себебі-импульстардың таралуын сипаттайтын теңдеулер жүйесіндегі терминдер саны (РСМ-мен салыстырғанда) бұл талшықты өзектің сызықты емес полярлануын сипаттайтын өрнектің үш еселік қосындысына әкеледі. Басқаша айтқанда, екі толқынның оптикалық жиіліктері әртүрлі болған кезде, кіретін радиациядағы бір жиілік үшін дегенерация жағдайымен салыстырғанда терминдер саны екі есе артады.

Бұл жағдайда әр түрлі жиіліктегі екі импульс үшін әртүрлі дисперсиялық коэффициенттерден туындайтын сыну көрсеткішінің $(n_1 - n_2)$ топтық коэффициенттерінде айырмашылық бар және сәйкесінше олар талшық бойымен қозғалғанда топтық жылдамдықтардың айырмашылығына әкеледі. Топтық жылдамдықтың теңсіздігі маңызды рөл атқарады, өйткені ол

өзара әрекеттесуді шектейді, импульстар «қашып кетеді» және соңында ұзын талшықты-оптикалық цикл жағдайында олар бір-бірін тоқтатуды тоқтата алады, дегенмен, басында олардың толық қабаттасуы болуы мүмкін (5.3 сурет). Жиынтық (n) және топтық (n_g) сыну көрсеткіштерінің тәуелділігі суретте келтірілген. 5.5.

Қаралып жатқан жағдайда 1, лазерден $\lambda_1 = 1550$ нм, $P_1 > P_2$ болатын қуатты импульс берілсін; және 2 - алыс көзден келетін (қысқа толқын ұзындығы бар «ауысқан» импульс, яғни $\lambda_2 < \lambda_1$ Содан кейін келтірілген зерттеу нәтижелері бойынша, осы импульстар пішінінің динамикасын зерттеуге арналған, 1 импульсі өтеді) шамалы симметриялы кеңейту екі бөлінген импульстарға айналады, өйткені олар талшық бойымен таралады («жоғалған тасымалдаушы сигнал» деп аталады [4, 72]). 2-импульс толқын ұзындығының пайда болуымен ассиметриялық кеңеюге ұшырайды, одан да қысқа болады (Сурет 3. 5.2, суретте тағайындалған. 5.4) спектрін Olnova импульстік бөлігі.



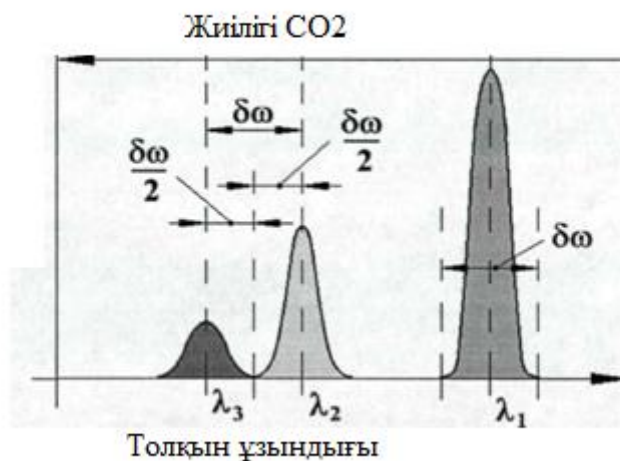
5.5 сурет - 8MP-28 типті бір режимді кварцтық оптикалық талшықтардың жалпы (n) және топтық (n_g) сыну көрсеткіштеріне жақын инфрақызыл диапазондағы тәуелділікті бейнелеу.

Сонымен қарастырылып отырған мәселенің жоғарыда аталған құрылымдық параметрлерін анықтау үшін біз қолданылатын сызықтық емес әсердің физикалық қасиеттеріне және сандық тарату жүйелерінің қасиеттеріне қосымша шектеулер қоямыз. Бұлар:

- $\lambda = 1550$ нм, сәйкесінше $\omega = \frac{2\pi}{\lambda} = 12.1 \cdot 10^6$ рад / с;
- $n_1 > n_2$, яғни. сәйкесінше $\omega_1 < \omega_2$;
- ω_1 және $\omega_2 > 2$ мәндері қазіргі уақытта сандық тарату жүйелерінде қолданылатын стандартты лазер көздеріне сәйкес келуі керек, яғни. $\omega_1 = \omega_2 \ll 8 \cdot 10^6 \sim 6.28 \cdot 10^6$ рад / с (100 ГГц сәйкес келеді) ретіндегі болуы керек,

- қуат $P \approx 0.703$ ұсынысына сәйкес келуі керек, өйткені сәулелену көзінен тікелей берілген, $P \ll 1$ мВт; P_2 қуаты да аз болмауы керек, $P_2 \sim 0,3 - 0,4$ мВт;
- импульстің ұзақтығы «1 емес, ол 1 Гбит / с бит жылдамдығына сәйкес келеді;
- анықтамалық мәліметтер бойынша біз топтың сыну көрсеткішін анықтаймыз: $n_g \approx 1.4625$;

Әрі қарай, $\delta\omega$ мәні мен (5.3) құрамына кіретін басқа коэффициенттердің мәндерін (5.2) негізінде алынған b -тің шектеулігін ескере отырып, $\lambda_2 \approx 1,4611$, және осыған байланысты толқын ұзындығы λ_2 және 1533 нм, b мәні ~ 45 м болады. Бұл жағдайда жаңа (генерацияланған) импульстің күші есептеп шығаруға болады: $P_z = P_{oz}$, мұндағы $P_{oz} \sim 1$ нВт шу реті ретінде бағаланатын бастапқы тербелістің мәні; $\rho = 0,102$ 1 / м сәйкес сәйкес қуаттың өсу коэффициенті. Соңында $P_3 = 100$ нВт.



5.6 сурет - Dso2 есепке алуға енгізілген жағдайдың иллюстрациясы

Индуктивті сәулеленудің спектрлік құрамын білу керек: $A, 3 \pm 5^{3/2}$, сүзгінің сипаттамасын болжауға болады 5/. Сонымен, көрсетілген сүзгі диапазонында беріліске ие болуы керек: 1531.785 ... 1532.595 нм, тарату аймағының ені 0,81 нм болуы керек. Алынған мәндерге сүйене отырып, бұл сүзгіні үйлесімді тар саңылаулар құрайды [50], мысалы, оны Fabry-Perot интерферометрімен қолдануға болады. Салыстыру үшін, DWDM желілерінде қолданылатын тар диапазонды сүзгілердің арнаның белгіленген еніне сәйкес 0,4 ... 0,8 нм болатынын атап өтеміз. Сондықтан, бұл жағдайда сіз стандартты сүзгіні қолдануға болады.

Фильтрден кейін орналасқан EDFA күшейткіші әлсіз индукцияланған сәулеленуді күшейтуге арналған. Толқын ұзындығының барлық үш сипаттамасы бір-біріне жақын орналасқандығын ескере отырып, яғни анық EDFA күшейту диапазонына түседі: 1520 ... 1560 нм содан кейін көрсетілген

синхронизаторды енгізу үшін күшейткіш диапазонын кеңейту үшін арнайы құралдарды қажет етпейді:

5.3 Диссертацияда алынған нәтижелерді пайдалану бойынша ұсыныстар

Диссертацияда алынған нәтижелер Lr-PON типті желілерде орындалуы мүмкін. Сонымен ұсынылған абоненттік өзара әрекеттесу алгоритмімен Y-тәрізді жұлдызшаның орнына жұлдыз тәрізді сплиттері бар абоненттік сегменттің құрылымы өрттің және жарылыстың қауіпсіздігі талаптарын арттырған орта (орта) кәсіпорынның корпоративті желісін құру үшін пайдаланылуы мүмкін бұл қажеттілікке әкеледі. Орталық станцияға бармай-ақ, абоненттердің бір-бірімен қарым-қатынас жасау мүмкіндігі хабарламаны берудің құпиялығын арттырады, сонымен қатар ол жақсы жұмыс пен сенімді жұмыс істеуді қамтамасыз етеді.

1) Суреттегі топологиялық схемаға сәйкес жиналған желінің параметрлерін зерттеу бойынша зертханалық жұмыс. 2.1,б. Сіз CWDM режимін толқын ұзындықтарының айтарлықтай айырмашылығымен қолдана отырып бұл бұрмалануға қарамастан сегменттің жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Абоненттік жабдық ретінде 10, 100 немесе 1000 Мбит / с жылдамдықпен Ethernet құрылғыларын пайдалана аламыз.

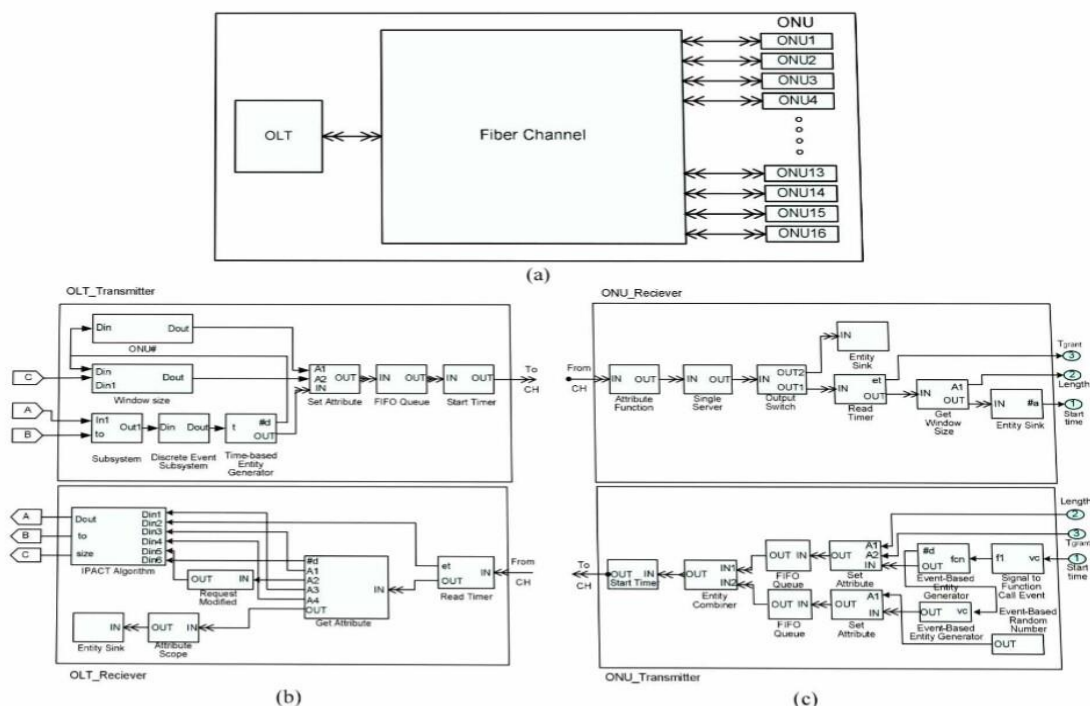
Зерттелетін мәндер ретінде мынаны таңдау керек: қалыпқа келтірілген өткізу қабілеті, оның қабылданатын кіріс ағынының қарқындылығынан және күту аралығының ұзақтығынан. Өлшеу базасы ретінде Ethernet желілері үшін протокол анализаторларын немесе виртуалды өлшеу құралдарын қолдануға болады, олар компьютерлік диагностикамен өзара әрекеттесетін бағдарламалар болып табылады.

REL-дің жалпыланған көрсеткішінің әрекетін (2.19) анықтай отырып сонымен қатар 2x, 4x және т.б. қосу кезінде осы сегментті масштабтау тәсілін зерттей алдық. Абоненттік жинақтар түйіндерді қосу, 2.7-бөлімде айтылғандай, жабдықты қайта конфигурациялау қажеттілігіне әкеледі, бұл студенттерге жабдықпен өзара әрекеттесуді ғана емес, сонымен қатар желіні модернизация алгоритмдерін әртүрлі топологиялармен салыстыруға мүмкіндік береді.

2) Сурет бойынша схемаға сәйкес жиналған талшықты - оптикалық синхронизатордың жұмыс режимін зерттеу бойынша зертханалық жұмыс. 5.2. (5.1) -г- (5.3) қатынасында синхронизатордың әрекеті өзара байланысты параметрлерді пайдалануға негізделген. Сонымен қатар оптикалық талшықты-оптикалық ілмектің ұзындығы, синхрондалатын сигналдардың қуат деңгейлері[^] және P2,A, 1 және Ал толқындарының ұзындығы, жалпы жағдайда 8a1 және 8A2 спектралды желілері. (5.1) көрсетілген параметрлердің бірін түрлеу арқылы ФБМ жиілігі бойынша жылжудың мақсатты шамасын

табуға болады. Сондықтан, ДШ2-ге ең әсер ететін факторды табу техникалық мүддені білдіреді; және бір мезгілде б осы әсер ететін фактор үшін басқаруды ұйымдастыруға болады.

3) оптикалық коммутаторларды немесе ОТОМ-құрылғыларды пайдалануға негізделген абоненттік сегменттердің жұмыс істеу қабілеттілігінің көрсеткіштерін зерттеуге бағытталған виртуалды зертханалық жұмыс. Бұл жұмыс осы диссертацияның 4-тарауында берілген есептеу экспериментінің әдістемесіне сәйкес [59, 71] бағдарламалық құралдар негізінде, сондай-ақ модельдеудің виртуалды құралдары және эксперименттерді жүргізудің сандық әдістемелерін қолдана отырып қойылуы мүмкін.



5.7 Сурет LR-Pop моделі OLT таратқыштар жүйесі

5.4 V тарауға қорытындылар

1. ОТЕМ мультиплексор құрылғысына енгізу үшін цифрлық сигналдардың синхрондығын реттейтін жүйенің схемасы ұсынылған және әзірленді. Біріктірілген синхронизатор және ОТОМ мультиплексор тізбегі жасалды. Фундаментальды эффект ретінде қашықтағы абоненттен келетін импульс пен қозғалғыш генератордың толқын ұзындығындағы импульстар арасында пайда болатын фазалық кросс-модуляция әсерін қолдану ұсынылады. Мұндай синхронизаторды жиілікте бұрмаланған сигналды дәл баптау үшін немесе «орташа» реттеуді орындау үшін қолдануға болады деп болжанады.

2. Синхронизатордың жобалық параметрлерін есептеудің инженерлік әдісі жасанды оптикалық цикл параметрлеріне де, радиациялық параметрлерге де жиілікті теңестірудің объективті функциясының тәуелділігіне негізделген. Құрылғының жобалық параметрлері оны жүзеге асыру үшін ең қолайлы болып табылады. Есептеу EDFA пайдасы 1540 ... 1560 нм диапазондағы жиіліктен сәл ғана өзгереді деген болжаммен жүргізілді, 0,8 нм спектрлік диапазонды оқшаулау үшін тар-саңылаудың үйлесімді сүзгісін қолдануға болады.

3. Автордың диссертация нәтижелерін қолдану тәсілдері туралы қысқаша ақпарат берілген. Lr-PON функционалдығын кеңейтудің ұсынылған әдісі бұрыннан бар байланыс жүйелерінде қолданыла алады деп болжанады. Диссертацияда ұсынылған әдістің артықшылықтарымен қатар, сыртқы жағынан анықталмайтын мекен-жайларды пайдалану арқылы берудің құпиялылығын қамтамасыз етуге болады.

4. Жұмыс нәтижелерін қолдану мүмкіндіктерін талдау барысында синхронизатордың жобалау параметрлерінің жиынтығы өзара байланысты шамалардың векторы екендігі көрсетілген, яғни бұл параметрлердің мәндерін өзгерту арқылы тізбектің жұмыс режимдерін өзгертуге болатындығы көрсетілген. Бұл оңтайлы режимді табудың қызықты техникалық бағытына әкеледі, мысалы, пайдаланылған жабдықтың құнын азайту немесе қашықтан келетін радиациялық қуатты азайту. Қалай болғанда да, толық оптикалық құрылғыны оңтайлы күйге келтірудің (баптаудың) инженерлік міндеті осында қаралады. Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін оқу процесінде зертханалық жұмыстарды орындау үшін қолдану ұсынылады. Жұлдыз тәрізді сегменттің телекоммуникациялық параметрлері бойынша да, синхронизатордың физикалық параметрлері бойынша да зерттеу жүргізуге болады деп болжанады. Виртуалды зертханалық жұмысты ұйымдастыру мүмкіндігі қарастырылуда.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижесі-түйіндердің мекен-жайларымен өзара әрекеттесу үшін әзірленген алгоритмімен бірге қолданған кезде, Y-тәрізді сплиттердің орнына жұлдыз тәрізді сплиттерді қолдана отырып, Lr-PON модернизациясының ұсынылған тәсілі желіде болып жатқан процестерді айтарлықтай өзгерте алады. Желінің бұл түрі жаңа болғандықтан, телекоммуникацияның тиімділік көрсеткіштерінің ықтимал математикалық моделі жасалды және зерттелді. Бұл модель Марков тізбегінің теориясын қолдана отырып алынған, бұл бізге желі сегментінің күйінен күйге ауысуды сипаттауға мүмкіндік береді. Модель желінің тепе-теңдік күйі үшін жарамды, егер бір немесе басқа күйге енетін түйіндердің саны кететін түйіндердің санына тең болса.

Ұсынылған желілік схемада арналардың саны жеткіліксіз болғандықтан, абоненттің өткізу қабілеттілігін арттыруды қамтамасыз ететін топологиялар жасалды. Ұсынылған сегменттерде бір бағытты және альтернативті маршруттау параметрлері үшін математикалық модельдер жасалды. Әзірленген математикалық модельдерге сүйене отырып, қызмет көрсету сапасы сақтала отырып, каналдардың көптігін қамтамасыз ету өлшемі бойынша ең оңтайлы топологияны анықтау үшін есептеу эксперименті жүргізілді. Бұл тұрғыдан OTDM мультиплекстеу көмегімен жақсы нәтижеге қол жеткізілетіні анықталды. Сондықтан кіріс сигналдарының уақыт айырмашылықтарын азайту үшін толық оптикалық синхронизатор тізбегі ұсынылады. Бағалаулар негізінде синхронизатордың ұсынылған жобалық параметрлері алынады. Диссертацияда алынған нәтижелердің әдістемесі ұсынылады.

Диссертация аяқталғаннан кейін MPLS режимін қолдана отырып хабарлау мен басқарудың баламалы сипаттамасымен сипатталатын қалалық желілердің жұмыс көрсеткіштерін есептеудің инженерлік әдістерін құру және жетілдіру саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жалғастыру жоспарлануда.

Жұмыстың негізгі нәтижелері:

1. Оптикалық желілердің дәстүрлі әдістеріне қарағанда пассивті оптикалық желі сегментінің қызмет ету тиімділігін арттыру әдісі әзірленді, ол оптикалық желілердің дәстүрлі әдістеріне қарағанда абоненттік бөлікте жұлдыз тәріздес тармақтағыштарды және абоненттердің өзара іс-қимыл жасау міндетінде орталық (жоғары тұрған) желілік торап ресурстарын жеңілдетуге, сондай-ақ ақпаратты өңдеу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік беретін абоненттердің өзара іс-қимылының жаңа хаттамасын пайдалануға негізделген. Берілген хаттама абоненттердің мекен-жайлары негізінде олардың ең ықтимал ағымдағы жай-күйін ескере отырып өзара әрекеттесуін

болжайды. Абоненттік сегментте өзара іс-қимыл жасау кезінде әдіс абонентке ақпаратты жеткізу уақытын 10 есеге дейін төмендету мүмкіндігін қамтамасыз еткендігі анықталды.

Ұсынылған хаттама бойынша абоненттердің өзара әрекеттесуінің әзірленген моделі негізінде ұсынылған сегменттің жұмыс тиімділігінің көрсеткіштері алынды. Мұндай сегментте маршруттау стратегиясы және жабдықты қайта құру санын азайту шартымен А-арналардың ең көп санын алу өлшемі бойынша оны оңтайлы масштабтау әзірленді.

2. Жұлдыз тәрізді оптикалық желідегі абоненттік арналар санын көбейту әдісі ұсынылған, олар көпканалды желілерді ұлғайтудың дәстүрлі құралдарына қарағанда, типтік оптикалық қосқыштарды көп деңгейлі коммутацияны 1x2-ден 1x16-ға дейін пайдалануға, сондай-ақ ТВМ мультиплекстеуін қолдануға негізделген. Хабарламаны сенімді қабылдау ықтималдығын, сәл қателіктің ықтималдығын және абонентке хабарламаны жеткізу уақытын бірлесіп бағалау нәтижесінде тізбек параметрлерін есептеу ұсынылады. Бұл әдіс берудің сапасы С) 08 және О08 стандарттары жүйесімен қамтамасыз етілген және сонымен бірге түйіндік байланыс дәрежесін ұстап тұру (көбейтпеу) жағдайында арналардың көптігінің өлшемі бойынша оңтайлы желілік топологияны алуға мүмкіндік берді.

3. Ағындардың трафиктік үлестерін және көптеген және бір бағытты графиктің топологиясын анықтау әдісі әзірленді, ол белгіліден айырмашылығы, желілік сызықтардың өткізу қабілетінің кездейсоқ мәндерін, кезекте хабарламаларды күту уақытын және оңтайлы жолдарды табуға мүмкіндік беретін сыртқы бұрмаланулардың әсерін (әдептілік ұзақтығы) бірлесе ескеру мүмкіндігін береді. Сандық сигналдарды таратуға арналған. Бұл әдіс сервистің ішкі жүйелерінің, атап айтқанда RSVP протоколының сигналын беру ерекшеліктерін ескереді және минимализация критерийіне сәйкес оңтайландыруды қарастырады, ал абоненттік сигналдарды тарату кезінде оптимизация абоненттердің ерікті жұбы арасындағы терминалдардағы хабарлама кідірістерінің минималды өлшенген сомасының өлшеміне сәйкес жүзеге асырылады. Әдісті қолдану бит қателіктерінің ықтималдығын 11 ... 12 есе төмендетеді.

4. Телекоммуникация жүйесінің сенімділігі мен бөгеуілге төзімділік көрсеткіштерінің мәндерін бағалау және арттыру әдістемесі әзірленді, кіріс сигналдарын статистикалық үлгілеуге, желілік баған желілерінің сенімділігі мен бөгеуілге төзімді сенімділігінің нақты көрсеткіштерін және желінің топологиялық сипаттамаларын негізделген, ол телекоммуникациялық жүйелердің параметрлерін анықтау бойынша әзірленген әдістер шеңберінде орталық станция ресурстарын барынша тарта отырып, қол жеткізу желісінде абоненттердің жұмыс істеу тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

5. Оптикалық талшықты-оптикалық ілгекті және оптикалық сигналды түрлендіру құрылғысын қамтитын оптикалық шешім қолданылуымен ерекшеленетін топтық абоненттік сигналда уақыт аралығын девиациялауды төмендету әдісі әзірленді, оның әрекеті оптикалық сигналдардың толқын

ұзындығы бойынша жақын фазалық кросс-модуляция әсерін қолдануға негізделген. Құрылғы абоненттік сигналдардың синхрондалуын және TDM құрылғысының тактілік интервалдарының "маскасын" орнатуды қамтамасыз етеді, бұл Шығыс сигналында ДВИ 30-ға төмендеуін қамтамасыз етеді...35%.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1) Слепов Н.Н Синхронды сандық желілер. ЭКО-ТРЕНДЗ, Мәскеу, 2000.
- 2) Дмитриева С.А , Слепова Н.Н., Алексеев Е.Б.,Гальярди В.В. Талшықты-оптикалық технология: Оқу құралы/Connect, 2002.
- 3) Курицын С. А. Телекоммуникациялық толық жүйелерін құру негіздері: Оқу құралы. 2008.
- 4) Талшықты — оптикалық техника: тарихы, жетістіктері, болашағы / с. А. Дмитриева ред.жарияланған мақалалар жинағы, Слепова н. н. - м.: "Connect" баспасы, 2000. - 376 б .
- 5) Mukherjee V. Optical Communication Networks. - Mc.Graw-Hill, 2005. - 576 p.
- 6)NGN / Ed келесі буын желілері. Ә.Б. Рослякова. - М .: Эко-тенденциялар, 2008 .-- 424 с.
- 7)ССТ 45.104-97. Синхронды цифрлық иерархияның оптикалық тарату жүйелерінің түйісулері. Сала стандарты." ҰҒТАО. — 1997.27 б
- 8)Колтунов М.Н., Рыжков А.Б. Ведомстволық және корпоративтік цифрлық байланыс желілерінде сағаттық синхрондау жүйесін ұйымдастыру. // Телекоммуникация, № 7, 2001. - 138 б. 21 - 25.
- 9)Алексеев Е.Б. Заманауи талшықты-оптикалық беріліс жүйелерінің техникалық пайдалану негіздері (Мту 29 б)
- 10)Гордиенко Б.Х., Тверецкий М.С. Көпканалды телекоммуникациялық жүйелер: жоғары оқу орындарына арналған оқулық. - М .: Жедел желі-Телеком, 2005 .-- 416 б.
- 11) Бакланов И.Г. РСМ / PDH / SDH / АТМ: өлшеу технологиясы және тәжірибе. - М .: ЕСО-TRENDS баспасы, 2001. - 348 б.
- 12) Беллами Дж. Сандық телефония. - М .: Радио және байланыс, 1985 .-- 358 б.
- 13) Толық оптикалық желілерді салу және пайдалану.Султанова И.Л Ауэс 2001ж. 103-б
- 14) Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. PON желілері. Сәулет өнімі // ЖАРЫҚ, №2004.-С. 226-231.
- 15)Басқарудың оптикалық деңгейлеріндегі проблемалар олардың интеллектуалдық мүмкіндіктерін фондық деңгейге дейін кеңейтуге әкелуі керек[Электрондыққұжат].-Кіру режимі: <http://www.newtech.kz/page.php?page id = 371 & clangsl & мақала id = 312>.
- 16) Хелд, Гилберт. Желмен жүретін жылдамдықты магистральде: ауыстыру жәнебағыттау[Электрондыққұжат]:<http://www.xserver.ru/computer/nets/razn/27/>.
- 17)Гауэр.Дж. Оптикалық байланыс жүйелері.Радио және байланыс 1989-504б

- 18) Толық оптикалық беріліс жүйелерінің физикалық конфигурациясын құру мәселелері. Салихов. А.И. 188-б
- 19) Ағаштық пассивті оптикалық желілердің абоненттік бөлігін дамыту тәсілдері Байланыс технологиялары мен құралдары. 2010. 68-70б
- 20) Шнепс М.А. Телетрафикалық теорияның сандық әдістері.- М.: Байланыс, 1974.- 232 б
- 21) Ө.Сұлтанов, П.П. Гайфуллин, Х.И.И. Виноградова. Инфокоммуникациялық технологиялар. 2007. № 6. S. 56-60б
- 22) Зияткерлік желілер және компьютерлік телефония. Полканов, М.А. Радио және байланыс 2004. 14-15б
- 23) Сұлтанов А.Х., Конюхова В.М., Виноградова И.Л. Хаттамадан тәуелсіз коммутациялық режимі бар толық оптикалық желі сегментін құруға тәсіл. 634-645-б
- 24) Сұлтанов А.Х., Конюхова В.М., Виноградова И.Л. Шуды иммунитеттің нақты көрсеткіштерін ескере отырып, цифрлық жүйеде бағыттау параметрін статистикалық модельдеу міндеті. Қазан университеті. 2010. 74-75-б
- 25) PON-Ethernet жүйесіндегі қателіктің ықтималдығын анықтауға арналған есептеу эксперименті Ақпараттық технологиялар және оларды қолдану: Конюхова. В.М. 2010. 54-55-б
- 26) Талшықты-оптикалық беру жүйелері: өнімділігін бағалау мәселелері / Сұлтанов А.Х., Усманов Р.Г., Шарифғалиев И.А., Виноградова И.Л. М.: Радио және байланыс, 2005.-372 б.
- 27) Agrawal G.P. Nonlinear fiber optics. Boston: Academic Press, 2001..466.б
- 28) Islam M.N. Phases cross modulation pulses. Optical Letters № 12, 1997..625-631б
- 29) Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Қолданбалы сызықтық емес оптика. 2-і басылым. - М.: ФИЗМАТЛИТИ, 2004. 512б
- 30) Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.Л. Пакеттік коммутация желілері.- М.: Радио и связь, 1982
- 31) Убайдуллаев Р.Р. Талшықты оптикалық желілер. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 267б
- 32) Крухмалев В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 506б

