

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

«Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен
сенімділігін арттыру тәсілдері»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 - Телекоммуникациялар

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.
Е. Таштай
«25» 05 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің
тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері»

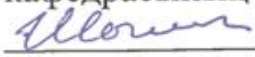
6B06201 – Телекоммуникациялар

Орындаған:

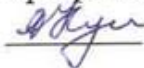


Ш.Ә.Құрбанәлі

Рецензент:

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы ЭЖБУ
«Энергиямен қамтамасыз ету, электр
жетегі және электротехника»
кафедрасының меңгерушісі, PhD докторы
 Ж.Шыныбай

« 20 » 05 2025 ж.

Ғылыми жетекші
экон. ғыл. кандидаты,
ЭТжҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры
 А.Е.Куттыбаева

« 21 » 05 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар

**БЕКІТЕМІН**
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі
техн.ғыл.канд.
Е.Таштай
«25» «01» 2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

Тақырыбы: «Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері».

Университет ректорының «29» қаңтар 2025 ж. №26 П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «15» мамыр 2025 ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: 1) Жиілік диапазоны: 1310–1550 нм; 2) Деректерді беру жылдамдығы: 10 Гбит/с және одан жоғары; 3) Тұрақтылық: Желінің жұмыс істеу қабілеті 99.99% деңгейінде болуы керек; 4) Сенімділік: Қалпына келтіру уақыты ≤ 50 мс. Оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Оптикалық талшықтық байланыс желілерінің негізгі құрылымы мен жұмыс принциптерін зерттеу; б) Желінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін факторларды талдау; в) Әртүрлі әдістерді (FEC, DCF, желілік резервтеу және т.б.) зерттеу; г) Сенімділікті арттыру үшін қолданылатын технологияларды (қайталау механизмдері, топологиялар, қорғау схемалары) зерттеу; д) Модельдеу арқылы желі жұмысының тиімділігін тексеру.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен ppt форматында көрсетілу керек.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Keiser, G. Optical Fiber Communications. McGraw Hill, 2010. – 100 с.

2. Agrawal, G.P. Fiber-Optic Communication Systems. Wiley-Interscience, 2020. – 120 с.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Оптикалық талшықтық байланыс желілерінің негізгі құрылымы мен жұмыс принциптерін зерттеу.	1.02.2025 ж. - 21.02.2025	орындау
Желінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін факторларды талдау.	21.02.2025 - 01.03.2025	орындау
Әртүрлі әдістерді (FEC, DCF, желілік резервтеу және т.б.) зерттеу.	01.03.2025 - 14.05.2025	орындау

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Т.ғ.к., ЭТЖҒТ каф.қауымд. профессоры Куттыбаева А.Е.	1.02.25	А.Е.Куттыбаева
Теориялық ақпарат	Т.ғ.к., ЭТЖҒТ каф.қауымд. профессоры Куттыбаева А.Е.	2.05.25	А.Е.Куттыбаева
Норма бақылау	ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	23.05.25	Досбаев Ж.М.

Ғылыми жетекшісі

А.Е.Куттыбаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Ш.Ә.Құрбанәлі

Күні « 1 » 02 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдерін зерттеу. Жүйелердің тиімділігін арттыру және қалпына келтіру уақыты мен байланыс сапасын жақсарту мақсатында әртүрлі техникалық әдістер мен инновациялық шешімдерді қарастыру.

Жұмыстың міндеттері орындалды:

1. Оптикалық талшықтық байланыс жүйесінің негізгі принциптерін зерттеу: қолданылатын оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің құрылымы мен жұмыс істеу принциптерін анықтау.

2. Сенімділікті арттыру тәсілдерін қарастыру: қалпына келтіру уақытын 50 мс-тан төмен ұстап тұру үшін сенімділік пен қалпына келтіру алгоритмдерін зерттеу.

АННОТАЦИЯ

Целью данной дипломной работы является изучение способов повышения устойчивости и надежности оптоволоконных систем связи. Рассмотрение различных технических методов и инновационных решений с целью повышения эффективности систем и улучшения времени восстановления и качества связи. Задачи работы выполнены: 1. Изучение основных принципов системы оптоволоконной связи: определение структуры и принципов функционирования применяемых систем оптоволоконной связи. 2. Рассмотрение подходов к повышению надежности: изучение алгоритмов надежности и восстановления для поддержания времени восстановления ниже 50 мс.

ANNOTATION

The purpose of this thesis is to study approaches to improving the stability and reliability of optical fiber communication systems. Consideration of various technical methods and innovative solutions in order to improve the efficiency of systems and improve recovery time and communication quality. Tasks of the work performed: 1.study of the basic principles of optical fiber communication system: to determine the structure and principles of operation of the optical fiber communication systems used. 2. consideration of ways to increase reliability: study of reliability and recovery algorithms to keep the recovery time below 50 MS.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Оптикалық талшықтық байланыс желілерінің негізгі құрылымы мен жұмыс принциптері	9
1.1 Оптикалық талшық	9
1.2 Оптикалық сигналды генерациялау және түрлендіру	9
1.3 Оптикалық сигналды генерациялау принциптері	11
1.4 Оптикалық сигналдың таралуы	12
1.5 Оптикалық күшейткіштер	12
1.6 Оптикалық коммутаторлар мен мультиплексорлар	15
1.7 Оптикалық мультиплексорлар	16
1.8 Оптикалық қабылдағыштар	17
2 Желінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін факторларды талдау	19
2.1 Сигналдың жоғалуы мен дисперсиясы	19
2.2 Әртүрлі әдістерді (FEC, DCF, желілік резервтеу және т.б.) зерттеу	24
2.3 Қайталау механизмдері, топологиялар, қорғау схемалары	30
3 Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер мен технологиялар	35
3.1 Оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары	44
3.2 Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы тексеру	54
Қорытынды	58
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	59

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдерін зерттеу. Жүйелердің тиімділігін арттыру және қалпына келтіру уақыты мен байланыс сапасын жақсарту мақсатында әртүрлі техникалық әдістер мен инновациялық шешімдерді қарастыру.

Жұмыстың міндеттері:

3. Оптикалық талшықтық байланыс жүйесінің негізгі принциптерін зерттеу: қолданылатын оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің құрылымы мен жұмыс істеу принциптерін анықтау.

4. Желінің тұрақтылығын қамтамасыз ету әдістерін талдау: "Sara +" бағдарламасы аясында желінің жұмыс істеу қабілетін 99.99% деңгейінде ұстап тұру үшін қолданылатын әдістер мен технологияларды зерттеу.

5. Сенімділікті арттыру тәсілдерін қарастыру: Қалпына келтіру уақытын 50 мс-тан төмен ұстап тұру үшін сенімділік пен қалпына келтіру алгоритмдерін зерттеу.

6. Оптикалық тестерлер мен диагностика құралдарын бағалау: Желінің сенімділігін арттыру үшін қолданылатын оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдардың тиімділігін зерттеу.

7. Желіні оңтайландыруға арналған ұсыныстар беру: Алматы қаласының Бостандық ауданындағы оптикалық талшықтық байланыс жүйесінің тұрақтылығын және сенімділігін арттыру үшін нақты ұсыныстар жасау.

Оптикалық байланыс жүйесі – бұл ақпаратты оптикалық талшықтар арқылы жіберетін байланыс жүйесі. Ол негізінен жарық толқындарын пайдаланады, себебі жарықтың таралуы өте жылдам әрі ұзақ қашықтыққа қолданылады. Осы жүйелерде оптикалық талшықтар жарық сигналдарын тасымалдаушы ретінде қызмет атқарады. Бұл жүйе жоғары жылдамдықты байланыс, үлкен өткізу қабілеті мен ұзақ қашықтыққа сигнал беру мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Оптикалық байланыс жүйесінің негізгі құрамдас бөліктері:

1. Оптикалық талшық – ақпаратты жарық толқындары арқылы тасымалдайтын материал. Бұл талшықтардың ішкі жағы (яғни, өзегі) шыны немесе пластиктен жасалуы мүмкін және оны қоршаған қабатпен бірге, ақпаратты жоғалтпай өткізеді.

2. Оптикалық трансиверлер – электрлік сигналды оптикалық сигналға және керісінше, оптикалық сигналды электрлік сигналға түрлендіретін құрылғылар.

3. Оптикалық күшейткіштер – сигналды күшейтетін құрылғылар. Олар сигналдың ұзақ қашықтыққа өтуіне мүмкіндік береді. Осылайша, мәліметтердің сапасы жоғалмай, ақпараттың соңғы пайдаланушыға дейін жетуіне жағдай жасалады.

4. Оптикалық коммутаторлар мен мультиплексорлар – түрлі деректер ағындарын бір-бірінен бөлек немесе біріктіру үшін пайдаланылады. Олар сигналдардың бір мезгілде көп бағытта өтулеріне мүмкіндік береді.

5. Қосылу элементтері – талшықтардың бір-бірімен қосылуына мүмкіндік беретін қосылғыштар мен адаптерлер. Олар байланыс жүйесін біртұтас ету үшін маңызды.

1 Оптикалық талшықтық байланыс желілерінің негізгі құрылымы мен жұмыс принциптері

Оптикалық талшықтық байланыс желілері (ОТБЖ) ақпаратты оптикалық талшықтар арқылы тасымалдауды жүзеге асыратын байланыс жүйелерін білдіреді. Бұл жүйе негізінен жоғары жылдамдықты, ұзақ қашықтыққа деректерді жіберу және жүйенің тиімділігін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Оның жұмыс принципі жарық толқындарын пайдалану арқылы деректерді тасымалдауға негізделген. Осы бөлімде оптикалық талшықтық байланыс желілерінің құрылымы, жұмыс принциптері және негізгі компоненттері туралы мәліметтер келтіріледі.

1.1 Оптикалық талшық

Оптикалық талшық – бұл арнайы шыны немесе пластик материалдан жасалған өте жұқа жолақ, ол ішкі өзек және оның айналасындағы қабаттардан тұрады. Ішкі өзек жарықтың толқындарын өткізеді, ал сыртқы қабат (қорғаныш қабаты) талшықтың жартылай сынуына және сыртқы ортаның әсерінен қорғауға қызмет етеді. Талшықтың негізгі мақсаты – жарық сигналдарын төмен жоғалтумен ұзақ қашықтыққа тасымалдау.

Өзек (Core): Шыны немесе пластик материалдан жасалған, жарықтың өтуін қамтамасыз ететін негізгі бөлік.

Қаптама (Cladding): Өзектің айналасында орналасқан қабат, ол жарықтың ішкі өзекте тұрып қалуын қамтамасыз ету үшін сыну көрсеткішінің айырмашылығы арқылы жұмыс істейді.

Қорғаныш қабаты (Jacket): Талшықты механикалық зақымданудан және ылғалдан қорғау үшін сыртқы қабат.

1.2 Оптикалық сигналды генерациялау және түрлендіру

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде ақпарат электрлік сигнал түрінде басталып, оптикалық сигналға түрлендіріледі. Мұндай түрлендіру процесі арнайы лазерлер немесе Жарықжиодтар (LED) арқылы жүзеге асырылады. Бұл құрылғылар жоғары жиіліктегі жарық толқындарын (шамамен 1310-1550 нм диапазонында) шығарады, олар оптикалық талшықта таралып, деректерді тасымалдайды.

Лазерлер – жоғары қуаттылықты оптикалық сигналдарды шығару үшін қолданылады, олар жүйенің ұзақ қашықтыққа жоғары жылдамдықпен ақпарат жіберуін қамтамасыз етеді.

Жарықжиодтар (LED) – бұл құрылғылар лазерлерге қарағанда арзан, бірақ олар аз қуат шығарады және қысқа қашықтықта тиімді жұмыс істейді.

Оптикалық сигналды генерациялау және түрлендіру – оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің негізгі бөлігі болып табылады, себебі ақпаратты электрлік сигналдан оптикалық сигналға түрлендіру қажет. Бұл процес пен құрылғылар, соның ішінде лазерлер мен Жарықжидтар, оптикалық жүйенің тиімділігін және байланыс жылдамдығын айтарлықтай жақсартады.

1.3 Оптикалық сигналды генерациялау принциптері

Оптикалық сигналды генерациялау кезінде электрлік сигналдар оптикалық жарыққа түрлендіріледі. Бұл процесс үшін жарық көздері қолданылады, олардың ішіндегі ең көп таралғандары лазерлер мен Жарықжидтар (LED). Бұл құрылғылар әртүрлі ұзындықтағы жарық толқындарын шығарады, олар оптикалық талшық арқылы тасымалданады.

Лазерлер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) – оптикалық байланыс жүйелерінде жиі қолданылатын жарық көздері болып табылады. Лазерлердің басты ерекшелігі – олар монохроматты (яғни, бір толқын ұзындығымен), когерентті (жарық толқындары фаза жағынан үйлесімді) және бағытталған сәулелер шығарады.

Лазерлердің жұмыс принципі: Лазердің жұмыс істеу принципі негізінен қоздыру және стимуляцияланған эмиссия принциптеріне негізделеді. Құрылғыда қоздырғыш энергия көзінен (әдетте электр тогы немесе жарық) лазерлік орта (әсіресе, германия немесе эрбий) арқылы өтетін атомдар мен молекулалар қоздырылады. Бұл молекулалар бірқалыпты энергия деңгейінен жоғарырақ деңгейге көтеріледі. Қоздырылған молекулалар қайтадан төменгі деңгейге оралып, жарық сәулесін шығарады.

Лазерлердің оптикалық байланыс жүйелерінде қолданылуының бірнеше артықшылықтары бар [1]:

Жоғары қуаттылық – лазерлер жоғары қуатпен жұмыс істей алады, бұл ұзақ қашықтықтарға сигнал жіберуді қамтамасыз етеді.

Монохроматичность – лазерлер бір ғана толқын ұзындығында жұмыс істей алады, бұл сигналдың нашарлауын азайтып, жүйенің тиімділігін арттырады.

Тұрақтылық – лазерлер жоғары тұрақтылық пен сенімділікпен жұмыс істейді, бұл оларды көптеген коммуникациялық жүйелер үшін оңтайлы етеді.

Лазерлердің қолданылу салалары: Лазерлер оптикалық талшықты байланыс жүйелерінде негізгі жарық көздері болып табылады, әсіресе көп модальды байланыс жүйелерінде және жоғары жылдамдықты байланыс желілерінде. Олар жоғары қуаттылықты қамтамасыз етіп, ұзақ қашықтықтағы деректер тасымалдауға қолайлы.

Жарықжидтар (LED) – жарық шығаратын құрылғылар, олар оптикалық байланыс жүйелерінде лазерлерге қарағанда арзан әрі жеңіл шешім ұсынады.

Жарықдиодтардың жұмыс принципі негізінен электролюминесценция (электр тогы әсерінен жарық шығару) негізінде тұр.

Жарықдиодтардың жұмыс принципі: Светодиодта электр тогы өтетін кезде жартылай өткізгіш материалда электрондардың қозғалысы нәтижесінде жарық бөлінеді. Бұл жарықтың түсі электронның энергия деңгейлерінің айырмашылығына байланысты болады. Жарықдиодтар әртүрлі ұзындықтағы жарық толқындарын шығара алады, бірақ олар монохроматты емес, яғни көп толқын ұзындықтарын қамтиды. Сонымен қатар, олар лазерлермен салыстырғанда әлсіз болады, бірақ олар арзанырақ және жылу бөлмейді.

Жарықдиодтардың артықшылықтары:

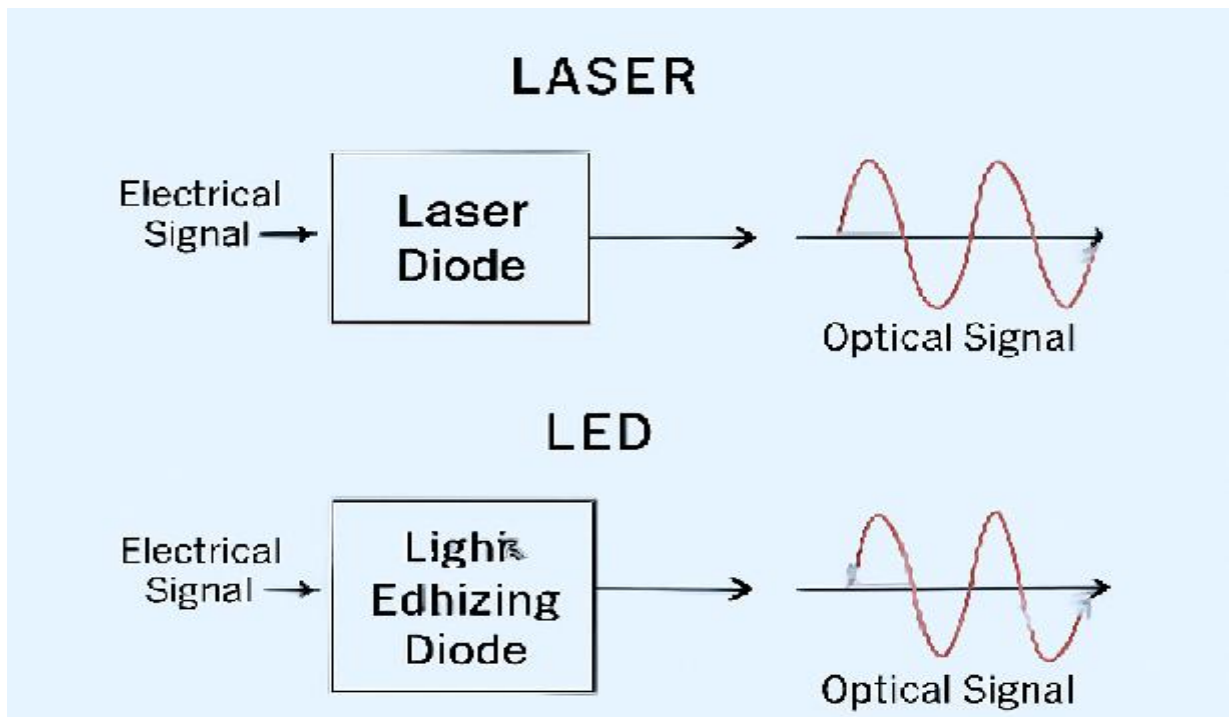
- Арзан және қарапайым құрылым – Жарықдиодтар лазерлерге қарағанда арзанырақ және оларды қолдану оңай;
- Жоғары сенімділік – Жарықдиодтар ұзақ уақыт бойы жұмыс істей алады, техникалық қызмет көрсету қажеттілігі төмен [2].
- Энергия тиімділігі – Жарықдиодтар энергияны аз тұтынады және жылу бөлмейді, бұл олардың қолдануын тиімді етеді.

Жарықдиодтардың қолданылу салалары: Жарықдиодтар негізінен қысқа қашықтықтарға арналған байланыс жүйелерінде, мысалы, жергілікті желілерде (LAN) немесе тұтынушылық құрылғыларда қолданылады. Олар оптикалық талшықты байланыс жүйесінде жоғары жылдамдықты қажеттілік болмаған жағдайда жақсы шешім ұсынады.

Кесте 1.1 - Лазерлер мен Жарықдиодтардың салыстырылуы

Қасиет	Лазерлер	Жарықдиодтар
Жарық шығару сипаты	Монохроматты, когерентті	Көп толқын ұзындығы, когерентті емес
Қуаттылық	Жоғары қуат	Төмен қуат
Қолдану саласы	Ұзақ қашықтықтар, жоғары жылдамдық	Қысқа қашықтықтар, төмен жылдамдық
Құны	Жоғары	Төмен
Тұрақтылық	Жоғары	Орташа

Оптикалық сигналды генерациялау мен түрлендіру – оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуінің маңызды кезеңі. Лазерлер мен Жарықдиодтар әртүрлі қолдану салаларында түрлі қажеттіліктерді қанағаттандырады. Лазерлер жоғары қуаттылық, монохроматтылық және ұзақ қашықтыққа берілу мүмкіндігімен ерекшеленсе, Жарықдиодтар арзандығы мен қарапайымдылығымен пайдалануға ыңғайлы. Қазіргі заманғы оптикалық байланыс жүйелерінде осы екі құрылғының да тиімді қолданылуы жүйенің жұмысының сапасы мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді [4].



1.1-сурет – Лазерлік диод пен жарық шығаратын диодтың (жарық диоды) оптикалық сигнал генерациясын салыстыратын диаграмма берілген.

1.4 Оптикалық сигналдың таралуы

Оптикалық талшықта сигналдың таралуы сыну принципіне негізделген. Бұл принцип бойынша жарықтың белгілі бір бұрышта өтетін жарық толқыны ішкі өзекте қалуға тиіс. Өзектің сыну көрсеткіші сыртқы қабатпен салыстырғанда жоғары болғандықтан, жарықтың көп бөлігі өзекте ұсталып, талшықтың бойымен таралады.

Сигналды тарату үшін осы принципті пайдалану арқылы оптикалық сигнал ұзақ қашықтыққа аз жоғалтумен жеткізіледі. Алайда, әрбір жарық сигналын тасымалдау процесінде аздап энергия жоғалуы мүмкін. Бұл жоғалту талшықтың ұзындығы мен басқа да факторларға байланысты болады [5].

1.5 Оптикалық күшейткіштер

Оптикалық сигналдың ұзақ қашықтыққа жетуі үшін оптикалық күшейткіштер (Optical Amplifiers) қолданылады. Бұл құрылғылар сигналды күшейту арқылы оны ары қарай тасымалдауға мүмкіндік береді. Олар сигналдың сапасын сақтай отырып, оны бір орында немесе бірнеше рет қайта күшейтеді.

Оптикалық күшейткіштердің басты түрлері:

EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) – Эрбиймен қосылған талшықты күшейткіш, жоғары қуаттылықпен жұмыс істей алады және кең спектрде қолданылады.

Raman Amplifiers – Раман әсерін пайдаланып сигналды күшейтетін күшейткіштер.

Оптикалық күшейткіштер – бұл оптикалық сигналды күшейту үшін қолданылатын құрылғылар. Олар оптикалық байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқарады, себебі олар сигналды жоғары жылдамдықта және ұзақ қашықтыққа жеткізу үшін қажетті қуатты қамтамасыз етеді. Оптикалық байланыс жүйесінде ұзақ қашықтыққа деректерді тасымалдау кезінде сигналдың әлсіреуі – бұл табиғи процесс, себебі талшық арқылы өтетін сигнал энергиясының бір бөлігі жоғалады. Бұл жоғалтуды жеңу және байланыс сапасын сақтау үшін оптикалық күшейткіштер қолданылады.

Оптикалық күшейткіштің негізгі жұмыс принципі – оның арқылы өтетін оптикалық сигналды күшейту, яғни сигналдың қуатын арттыру. Бұл процесстің негізінде стимуляцияланған эмиссия принципі жатыр. Күшейткіш құрылғыларда активті орта ретінде арнайы материалдар пайдаланылады, олар сыртқы энергия көзімен қоздырылып, электрлік энергияны оптикалық энергияға түрлендіреді.

Құрылғыда оптикалық сигналды күшейту үшін активті ортаға сырттан энергия енгізіледі (әдетте, электрлік энергия немесе басқа оптикалық сигналдар). Қоздырылған молекулалар қайтадан төменгі энергетикалық деңгейге өтіп, жаңа фоның шығару процесін тудырады, осылайша бастапқы сигналды күшейтеді. Күшейткіштің нәтижесінде жоғары қуатты және сапалы сигнал алынатын болады.

Оптикалық күшейткіштер бірнеше түрге бөлінеді. Олардың ішінде ең кең таралғандары:

EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier): EDFA – бұл ең жиі қолданылатын оптикалық күшейткіштердің бірі. Ол арнайы эрбиймен (Er) қоспаланған талшықты пайдаланады. Эрбий иондарының қоздырылған күйі арқылы сигнал күшейтіледі. EDFA-лар ұзақ қашықтықтарға деректерді жоғалтпастан тасымалдауға мүмкіндік береді және олар кеңінен қолданылатын оптикалық талшықты байланыс жүйелері мен телекоммуникациялық желілерде маңызды рөл атқарады.

EDFA-ның артықшылықтары:

- Төмен шу деңгейі;
- Үлкен өткізу қабілеті;
- Жоғары сенімділік;
- Тұрақты жұмыс істеу қабілеті.

Raman күшейткіштері: Раман әсерін қолданатын бұл типті күшейткіштер қосымша сигнал беру үшін қолданылатын лазерлер арқылы күшейтіледі. Раман күшейткіштерінде сигналдың қуаты басқа толқын ұзындығында таралатын лазерлермен күшейтіледі. Бұл құрылғылар әсіресе ұзақ қашықтықтарға деректерді тасымалдау кезінде өте тиімді болады.

Раман күшейткіштерінің артықшылықтары:

- Сигналды күшейту үшін арнайы лазерлерді пайдалану.
- Жоғары толқын ұзындығындағы сигналдарды тиімді күшейту.

Semiconductor Optical Amplifier (SOA): SOA – бұл жартылай өткізгіш материалдардан жасалған оптикалық күшейткіштер. Олар кішірек өлшемді және икемді болып табылады. SOA-лар арнайы лазерлік диодтар мен күшейткіштер арқылы жұмыс істейді және олар негізінен қысқа қашықтықтағы байланыс жүйелерінде қолданылуы мүмкін.

SOA-лардың артықшылықтары:

- Жоғары жиілікті сигналдарды күшейтуде тиімді;
- Қарапайым құрылым мен ықшам өлшем;
- Жоғары жылдамдықты желілерде тиімді жұмыс істейді.

Оптикалық күшейткіштердің қолданылу салалары.

Оптикалық күшейткіштер қазіргі заманғы оптикалық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін маңызды құрал болып табылады. Олар негізінен келесі салаларда қолданылады:

Ұзақ қашықтыққа оптикалық сигналдарды тасымалдау: Сигналдың күшейтілуі оптикалық талшықтар арқылы ұзақ қашықтыққа жоғары сапалы деректерді жіберуге мүмкіндік береді.

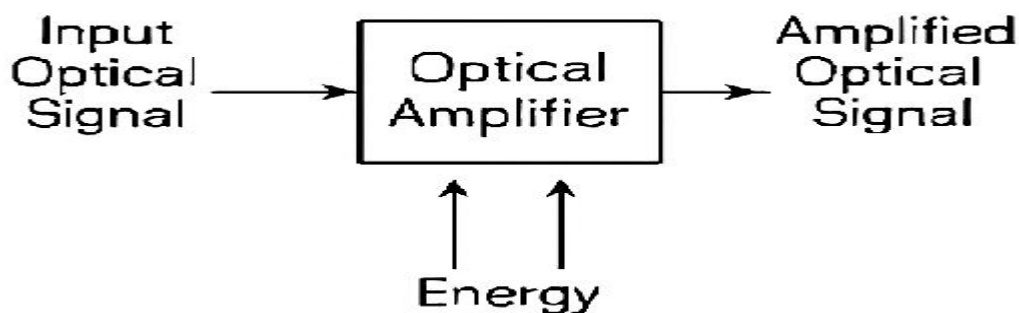
Телерадио хабар тарату: Оптикалық күшейткіштер хабар тарату жүйелерінде дыбыстық және бейнелік ақпаратты жіберуде қолданылады.

Интернет және байланыс қызметтері: Жоғары жылдамдықты интернет желілері мен телефон байланыс жүйелерінде оптикалық күшейткіштер деректердің жылдам әрі жоғалтусыз берілуін қамтамасыз етеді.

Оптикалық күшейткіштердің артықшылықтары:

- Оптикалық күшейткіштердің бірнеше айқын артықшылықтары бар, олар олардың кеңінен қолданылуына негіз болады.
- Жоғары өткізу қабілеті: Оптикалық күшейткіштер үлкен көлемдегі деректерді тез әрі тиімді тасымалдауға мүмкіндік береді.
- Энергетикалық тиімділік: Электр энергиясын тиімді пайдаланатын күшейткіштер жүйенің энергия тұтынуын азайтады.
- Қашықтыққа берілу мүмкіндігі: Күшейткіштер арқылы сигналды ұзақ қашықтыққа жоғалтусыз жеткізуге болады.
- Төмен шу деңгейі: Оптикалық күшейткіштер сигналдың шу деңгейін азайтуға мүмкіндік береді, бұл байланыс сапасын арттырады.

Оптикалық күшейткіштер – қазіргі заманғы оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің маңызды компоненттері болып табылады. Олар сигналдың қуатын жоғалтусыз арттыруға мүмкіндік береді, бұл ұзақ қашықтыққа деректерді жоғалтусыз жіберуге жағдай жасайды. Әр түрлі типтегі күшейткіштердің ерекшеліктері мен қолданылу салалары олардың оптикалық байланыс жүйелерінде неғұрлым тиімді пайдаланылуына мүмкіндік береді.



1.2-сурет – Байланыс жүйесіндегі оптикалық күшейткішті бейнелейтін диаграмма

1.6 Оптокалық коммутаторлар мен мультиплексорлар

Оптокалық желілерде деректердің бір-бірімен бірігуі немесе бөлінуі үшін оптикалық мультиплексорлар мен коммутаторлар қолданылады. Мультиплексорлар бір немесе бірнеше оптикалық арнаны біріктіріп, сигналдарды бір тасымалдаушы арнаға жібереді, ал коммутаторлар әр түрлі сигналдардың бір жүйеде өзара байланысын қамтамасыз етеді.

WDM (Wavelength Division Multiplexing): Бұл технология әртүрлі толқын ұзындығында бір арнада бірнеше сигналды тасымалдауға мүмкіндік береді.

TDM (Time Division Multiplexing): Бұл әдіс әрбір деректер пакетін арнайы уақыт терезелерінде жіберуді көздейді, нәтижесінде бір арна арқылы бірнеше деректер ағынын өткізуге мүмкіндік береді [6].

Оптокалық коммутаторлар мен мультиплексорлар оптикалық байланыс жүйелерінде деректерді тиімді басқару, оларды бірнеше арнаға бөліп, біріктіру, және қажетті бағытқа қайта бағыттау үшін қолданылады. Олар жүйенің өткізу қабілетін, жылдамдығын және сенімділігін арттырып, байланыстың үздіксіздігі мен сапасын қамтамасыз етеді. Бұл құрылғылардың әрқайсысының өзіне тән ерекшеліктері мен қолдану салалары бар.

Оптокалық коммутатор – бұл сигналдарды бір арнадан екінші арнаға бағыттайтын құрылғы. Бұл құрылғы оптикалық байланыс жүйесінде ақпаратты бір қашықтықтан екінші қашықтыққа тасымалдау кезінде маңызды рөл атқарады. Оптокалық коммутаторлар электрлік және оптикалық сигналдар арасындағы түрлендірулерді жасауға мүмкіндік береді және жүйедегі ақпарат ағынын тиімді басқаруға жағдай жасайды.

Оптокалық коммутаторлардың жұмыс принципі:

- Олар сигналдарды белгілі бір бағыттарға қайта бағыттайды, бұл ақпаратты қажетті бағытқа тиімді әрі жылдам жеткізуге мүмкіндік береді.
- Коммутаторлар сигналдарды бір арнадан екінші арнаға бағыттауды, таратуды немесе таратпауын басқаруды жүзеге асырады.

Артықшылықтары:

- Жоғары жылдамдық: Оптикалық коммутаторлар деректерді жоғары жылдамдықпен бағыттай алады, бұл жүйенің жылдамдығын айтарлықтай арттырады.
- Төмен кідіріс: Сигналдарды бағыттау кезінде кідіріс минималды болады, бұл нақты уақыттағы деректер ағынын талап ететін қосымшалар үшін маңызды.
- Энергетикалық тиімділік: Оптикалық коммутаторлар электрлік жүктемені азайтып, энергияны үнемдеуге көмектеседі [7].

1.7 Оптикалық мультиплексорлар

Оптикалық мультиплексор – бұл бірнеше деректер ағындарын бір арнаға біріктіретін құрылғы. Мультиплексорлар жүйедегі бірнеше сигналды бір толқын ұзындығында немесе арнада біріктіреді, бұл өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

Оптикалық мультиплексорлардың жұмыс принципі:

- WDM (Wavelength Division Multiplexing) – Бұл мультиплексорлар әртүрлі толқын ұзындықтарында бір уақытта бірнеше сигналдарды тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс кең ауқымды байланыс жүйелерінде қолданылып, байланыс өткізу қабілетін арттырады.
- TDM (Time Division Multiplexing) – Бұл әдіс әрбір деректер пакетін арнайы уақыт терезесінде жіберуді қамтамасыз етеді, нәтижесінде бір арна арқылы бірнеше деректер ағынын өткізуге мүмкіндік береді.

Артықшылықтары:

- Жоғары өткізу қабілеті: Бір арна арқылы көптеген деректер ағындарын бір уақытта тасымалдау мүмкіндігі жүйенің өткізу қабілетін айтарлықтай арттырады [8].
- Төмен шығындар: Бірнеше ағынды біріктіріп, бір ғана арна арқылы деректерді жіберу, шығындарды төмендетуге көмектеседі.
- Масштабталғыштық: Жүйені кеңейту кезінде қосымша арналар қосуға болады, бұл жүйенің ауқымын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Оптикалық коммутатор мен мультиплексордың жұмысын көрсету үшін төмендегі сызбаны қолдануға болады.

Диаграммада бірнеше оптикалық сигналдар әртүрлі бағыттардан мультиплексорға келіп, бір ортақ арнаға біріктіріліп, соңында оптикалық коммутатор арқылы басқа бағыттарға таратылады.

1. Оптикалық коммутаторлар: Бұл құрылғылар сигналдарды бір арнадан екінші арнаға бағыттауға арналған. Олар жоғары жылдамдықпен жұмыс істей отырып, сигналдардың басқарылуын қамтамасыз етеді, кідіріссіз деректер ағындарын таратады және энергетикалық тиімділікті арттырады [9].

2. Оптикалық мультиплексорлар: Бұл құрылғылар бірнеше деректер ағындарын бір арнаға біріктіруге мүмкіндік береді. Мұның нәтижесінде өткізу

кабілеті ұлғайып, шығындар азаяды. WDM және TDM технологиялары арқылы сигналдарды біріктіру және бөлу жүзеге асырылады.

Оптикалық мультиплексор: бірнеше сигналдар әртүрлі арналардан келіп, бір ортақ арнаға біріктіріледі.

Оптикалық коммутатор: бір арнадан басқа арнаға сигналдарды бағыттайды.

1.8 Оптикалық қабылдағыштар

Сигналды тасымалдағаннан кейін, оны электрлік сигналға қайта түрлендіру қажет. Бұл үшін оптикалық қабылдағыштар пайдаланылады, олар оптикалық сигналды қабылдап, оны электрлік сигналға түрлендіреді. Қабылданған сигналды кейінгі өңдеуге арналған сандық ақпаратқа түрлендіру процесі «оптикалық детектірлеу» деп аталады.

Оптикалық байланыс жүйесінің барлық элементтері өзара үйлесімді жұмыс істеп, жоғары жылдамдықты, аз қателіктермен байланыс орнатуға мүмкіндік береді.

Оптикалық талшықтық байланыс желілері қазіргі заманғы байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқарады. Олар жоғары жылдамдықты байланыс пен кең жолақты интернетті қамтамасыз ету үшін кеңінен қолданылады. Жұмыс принципі мен құрылымы бойынша тиімді әрі тұрақты жүйелер болып табылады.

Оптикалық байланыс жүйесінің артықшылықтары:

- Жоғары өткізу қабілеті – Оптикалық жүйе тек жарық арқылы жұмыс істегендіктен, үлкен көлемде деректерді жоғары жылдамдықпен жібере алады. Мысалы, қазіргі оптикалық талшықты байланыс жүйелері бірнеше гигабит/секундқа дейін деректерді тасымалдауға қабілетті.

- Ұзақ қашықтыққа байланысты – Оптикалық талшықтар арқылы ақпаратты үлкен қашықтыққа жіберуге болады, себебі сигналды қайта күшейту мүмкіндігі жоғары. Бұл әсіресе, кең ауқымды байланыс желілерінде маңызды.

- Электромагниттік әсерден қорғау – Оптикалық талшықтар электр сигналдарын тасымалдамайды, сондықтан олар сыртқы электромагниттік өрістерден әсер алмайды. Бұл оларды өнеркәсіптік аймақтар мен басқа да жоғары электромагниттік араласулар бар жерлерде қолдануға мүмкіндік береді.

- Аз жоғалту - оптикалық талшықтардағы сигналдың жоғалуы басқа түрлерімен салыстырғанда әлдеқайда төмен, бұл ақпаратты ұзақ қашықтыққа жібере отырып сапасын жоғалтпауға мүмкіндік береді [10].

Қолдану салалары:

Оптикалық байланыс жүйелері кең ауқымда қолданылады, оның ішінде:

- Интернет және байланыс желілері – жоғары жылдамдықты интернет байланысы мен ұялы байланыс.

- Медициналық қолданулар – медициналық диагностика мен бейнелеу жүйелерінде жоғары сапалы деректерді тасымалдау үшін.

- Ғарыштық байланыс – ғарыштық зерттеулер мен байланыс жүйелерінде.

- Мамандандырылған зерттеулер мен ғылыми жобалар – үлкен деректерді талдау мен ғылыми зерттеулер үшін.

Оптикалық байланыс жүйесі ақпаратты жылдам, қауіпсіз әрі тиімді тасымалдау үшін заманауи технологиялардың негізінде жұмыс істейді. Ол ақпараттық-коммуникациялық желілердің дамуына үлкен үлес қосуда.

2 Желінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін факторларды талдау

Оптикалық талшықтық байланыс желілерінің тұрақтылығы мен сенімділігі олардың жұмыс істеу қабілетіне тікелей әсер етеді. Осы жүйенің тиімділігін арттыру үшін оның негізгі параметрлерін қамтамасыз ету маңызды, әсіресе жоғары жылдамдықтағы деректер ағындары мен ұзақ қашықтыққа сигнал жеткізу кезінде. Осы бөлімде Алматы қаласы Бостандық ауданында «Сара +» бағдарламасы аясында оптикалық талшықтық байланыс желісінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін негізгі факторлар талданады.

2.1 Сигналдың жоғалуы мен дисперсиясы

Оптикалық сигналдың жоғалуы (Attenuation) – бұл сигналдың таралуы барысында энергияның азаюы. Бұл феномен оптикалық талшықтың ұзындығына, құрылымына және материалдың сапасына байланысты болады. Сигналдың жоғалуы желінің сенімділігіне теріс әсер етеді, себебі ұзақ қашықтыққа сигнал жіберу кезінде ақпараттың сапасы нашарлауы мүмкін. Жоғалту деңгейінің жоғары болуы желінің жұмыс істеу қабілетін азайтады.

1.Дисперсия – бұл бір сигналдың әр түрлі толқын ұзындықтары бойынша таралу уақытының әртүрлілігі. Бұл да оптикалық жүйенің тиімділігін төмендететін маңызды фактор. Ұзақ қашықтыққа ақпарат жіберілген кезде дисперсияның әсерінен сигналдың пішіні өзгереді, нәтижесінде деректерді декодтау қателіктеріне әкелуі мүмкін. Осы себепті дисперсияны басқару технологияларын қолдану желінің сенімділігін арттыруға көмектеседі.

Дисперсияның әсерін азайту немесе есептеу үшін, біз дисперсияның екі негізгі түрін – хроматикалық дисперсия және модальды дисперсия – ескеруіміз керек. Бірақ сізге нақты есеп шығару үшін белгілі бір мәндер мен параметрлер қажет болады (мысалы, оптикалық талшықтың ұзындығы, дисперсия коэффициенті, толқын ұзындығы және т.б.). Дисперсияны есептеуге арналған бірнеше қарапайым формулаларды қарастырайық.

Хроматикалық дисперсия (Chromatic Dispersion).

Хроматикалық дисперсия – бұл әртүрлі толқын ұзындықтарының әртүрлі таралу жылдамдығынан туындайтын дисперсия. Бұл параметр негізінен бірмодальды талшықтарда байқалады.

Хроматикалық дисперсияның әсерін есептеу үшін келесі формуланы пайдалануға болады:

$$\Delta T = D \times L \times \Delta \lambda \quad (2.1)$$

мұндағы:

- ΔT – сигналдың уақыт бойынша кеңеюі (ps);
- D – дисперсия коэффициенті (ps/nm·km);
- L – оптикалық талшықтың ұзындығы (km);
- $\Delta\lambda$ – толқын ұзындығындағы өзгеріс (nm).

Модальды дисперсия (Modal Dispersion).

Модальды дисперсия – бұл көпмодалы талшықтарда байқалады, онда әртүрлі модалар әртүрлі жылдамдықпен таралады.

Модальды дисперсияның әсерін есептеу үшін келесі формула қолданылады:

$$\Delta T = L/\Delta v \quad (2.2)$$

мұндағы:

- ΔT – сигналдың уақыт бойынша кеңеюі (ps);
- L – оптикалық талшықтың ұзындығы (km);
- v – модалардың таралу жылдамдығының айырмашылығы (м/с).

Дисперсияның әсерін анықтау үшін қажетті формула:

$$\Delta T = D \times L \times \Delta\lambda \quad (2.3)$$

мұндағы:

- ΔT – сигналдың уақыт бойынша кеңеюі (ps);
- D – дисперсия коэффициенті (ps/nm·km);
- L – оптикалық талшықтың ұзындығы (km);
- $\Delta\lambda$ – толқын ұзындығындағы өзгеріс (nm).

Параметрлер:

Жиілік диапазоны: 1310 нм - 1550 нм (яғни, толқын ұзындығының өзгерісі $\Delta\lambda=1550-1310=240$ нм).

Толқын ұзындығы: 1,33 мкм = 1330 нм (орташа толқын ұзындығы).

Дисперсия коэффициенті: Әдетте, дисперсия коэффициенті D оптикалық талшықтың материалдық қасиеттеріне байланысты болады. Әдетте, талшықтың дисперсия коэффициенті 1310 нм және 1550 нм үшін 17-20 ps/nm·km арасында болады. Біз үшін стандартты мәнді 17 ps/nm·km деп аламыз.

Талшықтың ұзындығы: Белгілі бір мән жоқ, бірақ оны L деп аламыз, мысалы, 10 км деп алайық.

Енді есептеуді жүргізейік.

Формула бойынша есеп:

$$\Delta T = D \times L \times \Delta\lambda \quad (2.4)$$

Есептеу нәтижесі бойынша, хроматикалық дисперсияның әсерінен сигналдың уақыт бойынша кеңеюі $\Delta T=40,800$ ΔT = 40,800 ΔT=40,800 пс

болады, егер талшықтың ұзындығы 10 км және дисперсия коэффициенті 17 ps/nm·km болса.

Жарықтың сынуы және оптикалық талшықтың бұзылуы.

Оптикалық талшықтағы жарықтың сынуы мен механикалық бұзылулар – бұл тағы бір маңызды фактор, ол желінің тұрақтылығына әсер етеді. Талшықтың механикалық зақымдануы немесе сынуы сигналды толық немесе жартылай жоғалтуға әкеледі. Мұндай бұзылулар желі жұмысының үздіксіздігіне кедергі келтіріп, қалпына келтіру уақытын ұлғайтуы мүмкін. Бұл факторды болдырмау үшін оптикалық талшықты орнатуда жоғары сапалы материалдар мен технологиялар қолданылуы тиіс.

Оптикалық талшықтағы жарықтың сынуы мен механикалық бұзылулар жүйенің тұрақтылығына үлкен әсер етеді. Жарықтың сынуы және талшықтың зақымдануы сигналдың толық жоғалуына немесе оның сапасының нашарлауына әкелуі мүмкін, бұл деректердің жоғалуына немесе байланыс жүйесінің жұмыс істеу қабілетінің төмендеуіне әсер етеді.

Жарықтың сынуы.

Оптикалық талшықта жарықтың сынуы Снелл заңына негізделген, бұл жарықтың әртүрлі ортада сыну бұрышын анықтайды. Оптикалық талшықтың сынуы және оның тиімділігі талшық материалдарының сыну көрсеткішіне (рефракция индексі) және жарықтың кіріс бұрышына байланысты болады.

Снеллиус заңы:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \quad (2.5)$$

мұндағы:

- n_1, n_2 – екі ортаның сыну көрсеткіштері;
- θ_1 – жарықтың бірінші ортадағы сыну бұрышы;
- θ_2 – жарықтың екінші ортадағы сыну бұрышы;

Бұл заң жарықтың бір ортадан екінші ортаға өткен кезде оның бағытының өзгеруін көрсетеді.

Оптикалық талшықтың механикалық бұзылуы.

Оптикалық талшықтың механикалық бұзылуы немесе сынуы жүйенің жұмысына тікелей әсер етеді, себебі талшықты зақымдау сигналдың толық жоғалуына немесе әлсіреуіне әкеледі. Талшықтың бұзылуына бірнеше факторлар әсер етуі мүмкін:

- Қысу: Талшықтың ұзындығы қысылған кезде оның ішіндегі жарық толқынының өтуіне кедергі болады.
- Иілу: Талшық иілген кезде жарық толқыны дұрыс бағытта таралмайды, бұл сигналдың әлсіреуіне әкеледі.
- Механикалық зақым: Талшықтың физикалық зақымдануы, мысалы, оны қатты басу немесе кесу, жүйедегі сигналдың жоғалуына себеп болуы мүмкін.

Жарықтың сынуы және механикалық бұзылулардың әсері.

Сигналдың жоғалуы: Егер талшық сынған немесе зақымдалған болса, жарық толқыны өз бағытын жоғалтып, толық немесе жартылай сигналдың жоғалуына әкелуі мүмкін.

Сигналдың әлсіреуі: Талшықтың сынықтары немесе зақымдануы сигналдың әлсіреуіне, яғни оның сапасының төмендеуіне әкеледі.

Желінің тұрақсыздығы: Талшықтың зақымдануы жүйедегі тұрақсыздықты тудырады, өйткені жүйе сигналды дұрыс қабылдай алмайды.

Жоғарыда берілген мәліметтерді пайдалана отырып, біз дисперсияны және талшықтағы жарықтың таралуы мен сигналдың жоғалуы сияқты параметрлерді есептей аламыз.

Қажетті параметрлер:

- Толқын ұзындығы (λ) = 1,57 мкм;
- Кабель ұзындығы (L) = 2 км;
- Ішкі орта сыну көрсеткіші (n_1) = 1,45;
- Сыртқы орта сыну көрсеткіші (n_2) = 1,30;
- Талшықтың ішкі диаметрі = 64 мкм;
- Талшықтың сыртқы диаметрі = 150 мкм;
- Дисперсия коэффициенті ($D(\lambda)$) = 15 пс/нм·км;
- Бірмодалы талшық үшін $B(\lambda) = 11$ пс/на·км.

Қадам 1: Дисперсияны есептеу (Chromatic Dispersion).

Хроматикалық дисперсия формуласы:

$$\Delta T = D(\lambda) \times L \times \Delta \lambda \quad (2.6)$$

мұндағы:

- ΔT – сигналдың уақыт бойынша кеңеюі (пс);
- $D(\lambda)$ – дисперсия коэффициенті (пс/нм·км);
- L – талшықтың ұзындығы (км);
- $\Delta \lambda$ – толқын ұзындығындағы өзгеріс (нм).

Толқын ұзындығының өзгерісі:

$$\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 1570 - 1310 = 260 \text{ нм};$$

Енді дисперсияны есептейік:

$$\Delta T = 15 \text{ пс/нм} \cdot \text{км} \cdot 2 \text{ км} \times 260 \text{ нм};$$

Қадам 2: Модалы дисперсияны есептеу:

Модальды дисперсияның әсерін есептеу үшін келесі формуланы пайдалануға болады:

$$\Delta T_{\text{modal}} = L/V(\lambda) \quad (2.7)$$

мұндағы:

- ΔT_{mod} – модальды дисперсияның әсерінен сигналдың кеңеюі (пс);
- L – талшықтың ұзындығы (км);
- $V(\lambda)$ – модальды дисперсия коэффициенті (пс/на·км).

Енді осы параметрлерді қолдана отырып есептеу жүргізу қажет. Сіз айтқан $B(\lambda)$ мәні 11 пс/на·км екені берілген.

Есептеулер нәтижелері бойынша:

Хроматикалық дисперсияның әсерінен сигналдың кеңеюі ($\Delta T_{\text{chromatic}}$) = 7800 пс.

Модальды дисперсияның әсерінен сигналдың кеңеюі (ΔT_{mod}) = 0.18 пс.

Осы есептеулердің нәтижелері бойынша, хроматикалық дисперсия сигналдың уақыт бойынша кеңеюіне айтарлықтай әсер етеді, ал модальды дисперсия оның әсерін әлдеқайда аз етеді.

Есептеулер: Жарықтың сынуы мен механикалық бұзылудың әсері.

Енді талшықтың сынуы мен зақымдануының әсерін есептеу үшін, оптикалық талшықтың сыну көрсеткіштері мен бұзылу кезіндегі сигналдың жоғалуының жалпы әсерін модельдеуге болады.

Жарықтың сыну бұрышын есептеу: Снелл заңын пайдалана отырып, талшықтың сыну бұрышын есептеуге болады. Мысалы, талшықтың сыну көрсеткіші $n_1 = 1.45$ және ауадағы сыну көрсеткіші $n_2 = 1.0$ болса, біз келесі формуланы қолданамыз:

$$\sin(\theta_2) = n_1/n_2 * \sin(\theta_1)$$

Механикалық зақымнан кейінгі сигналдың жоғалуы: Талшықтың механикалық зақымдануының әсерін есептеу үшін, зақымдалған аймақтағы сигналдың жоғалуын есептей аламыз. Бұл үшін белгілі бір зақымдану мөлшері (қысым, иілу, т.б.) кезінде сигналдың жоғалуының пайызын өлшейміз.

Күшейту және күшейткіштерді пайдалану.

Оптикалық күшейткіштер жүйесінің тиімділігіне ықпал ететін тағы бір фактор – олардың жұмыс істеу ерекшеліктері. Күшейту кезінде сигналды артық күшейту немесе сигналдың күшейтілуінің төмен деңгейі жүйенің сенімділігіне әсер етуі мүмкін. Бұл жағдайда EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifiers) сияқты күшейткіштер жиі қолданылады, өйткені олар кең спектрде тиімді жұмыс істейді. Бірақ күшейткіштердің жұмыс істеу сапасы да өз кезегінде бүкіл жүйенің тұрақтылығына әсер етеді.

Желілік топология және құрылым.

Желінің топологиясы мен құрылымы да оның тұрақтылығы мен сенімділігін айтарлықтай анықтайды. Желінің иерархиялық және көпірлік құрылымдары ақаулар мен желінің жүктемесін тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Алматы қаласының Бостандық ауданында қолданылатын желі топологиясы, әсіресе, қосарлы байланыстар мен резервтік жүйелер арқылы желінің сенімділігін қамтамасыз етеді. Егер бір талшықта ақау пайда болса, басқа резервтік арна арқылы байланыс үзілмейді, бұл тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Желінің қалпына келтіру уақыты мен авариялық жағдайлар.

Қалпына келтіру уақыты (Recovery Time) – бұл желідегі ақаудан кейін жүйенің қалпына келуіне кететін уақыт. Бұл көрсеткіштің жоғары болуы, әсіресе, Алматы қаласындағы ауқымды желілерде, байланыс сапасын төмендетуі мүмкін. Егер қалпына келтіру уақыты 50 мс-тан жоғары болса, онда пайдаланушылар үшін деректер ағынының тоқтауы немесе баяулауы сезіледі. Сондықтан қалпына келтіру механизмдерін оңтайландыру, автоматты жүйелерді енгізу және кері байланысты басқару өте маңызды.

6. Техникалық қызмет көрсету және диагностика құралдарының тиімділігі.

Желінің сенімділігі мен тұрақтылығына әсер ететін маңызды фактор – жүйедегі техникалық қызмет көрсету және диагностика құралдарының сапасы мен тиімділігі. Алматы қаласындағы Бостандық ауданында орнатылған оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары (мысалы, OTDR – Optical Time Domain Reflectometer) желідегі ақауларды тез арада анықтауға мүмкіндік береді. Бұл құрылғылардың жұмысы жүйенің дұрыс жұмыс істеп тұрғанын бақылап, кез келген ақауды уақытында анықтап, қалпына келтіру уақытын қысқартуға көмектеседі.

7. Қоршаған орта факторлары.

Қоршаған орта жағдайлары, мысалы, температура, ылғалдылық, ауа райы жағдайлары да оптикалық талшықтық байланыс жүйесінің сенімділігіне әсер етуі мүмкін. Қатты температура ауытқулары немесе ылғалдылықтың жоғары деңгейі талшықтардың зақымдалуына әкеліп соғуы мүмкін. Бұл мәселелерді шешу үшін байланыс желілерін орнату кезінде қорғаныш қабаттары мен климаттық жағдайларға төзімді материалдарды қолдану маңызды.

Оптикалық талшықтық байланыс желісінің тұрақтылығы мен сенімділігі көптеген факторларға байланысты болады. Сигналдың жоғалуы, дисперсия, механикалық зақымдар, күшейткіштердің тиімділігі, желінің құрылымы мен топологиясы, қалпына келтіру уақыты және техникалық қызмет көрсету құралдарының сапасы – осының барлығы жүйенің жалпы жұмыс істеу қабілетіне ықпал етеді. Алматы қаласы Бостандық ауданындағы «Sara +» бағдарламасы аясында осы факторларды ескеріп, жүйенің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін кешенді шаралар қабылдау қажет.

2.2 Әртүрлі әдістерді (FEC, DCF, желілік резервтеу және т.б.) зерттеу

Оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігін арттыру және деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз ету үшін әртүрлі әдістер мен технологиялар қолданылады. Бұл әдістер жүйенің тиімділігін, тұрақтылығын және байланыс сапасын қамтамасыз ететін маңызды құралдар болып табылады. Бұл бөлімде FEC (Forward Error Correction), DCF (Dispersion Compensation Fiber), желілік резервтеу және басқа тәсілдер қарастырылады.

1. FEC (Forward Error Correction) – Алға қарай қателерді түзету.

Forward Error Correction (FEC) – бұл деректерді жіберу кезінде қателерді түзету үшін қолданылатын әдіс. FEC технологиясы ақпаратты жіберу кезінде қателердің пайда болуын алдын-ала болжауға және оларды түзетуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс әсіресе ұзақ қашықтыққа сигналдар жібергенде немесе шу мен сигналдың әлсіреуі кезінде тиімді.

FEC принципі: FEC әдісінде жіберілетін мәліметтер бастапқы ақпаратты қамтитын артық биттермен кодталады. Бұл қосымша биттер жіберілген деректердің қателерін автоматты түрде түзетуге мүмкіндік береді. Қателерді түзету үшін қабылдаушы жағында арнайы алгоритмдер қолданылады, ол кодталған ақпаратты қабылдап, қателерді түзетеді. Нәтижесінде, деректерді қайта жіберудің қажеттілігі болмайды.

Артықшылықтары:

- Қателерді деректерді қайта жібермей-ақ түзету мүмкіндігі;
- Сигналдың жоғалуын азайту және жүйенің сенімділігін арттыру.

Қолданылу салалары: FEC оптикалық байланыс жүйелерінде, әсіресе ұзақ қашықтықтағы жүйелерде кеңінен қолданылады. Бұл әдіс жоғары жылдамдықты деректерді тасымалдау үшін маңызды және кең жолақты интернет желілерінде де қолданылады.

2. DCF (Dispersion Compensation Fiber) – Дисперсияны компенсациялау талшығы.

DCF (Dispersion Compensation Fiber) – бұл оптикалық байланыс жүйелеріндегі дисперсияның әсерін азайту үшін қолданылатын арнайы талшық түрі. Дисперсия – жарықтың әр түрлі толқын ұзындықтарының әртүрлі уақыт аралықтарымен таралуы нәтижесінде сигналдың кеңеюі. Бұл жүйеде деректердің сапасын төмендетуі мүмкін.

DCF принципі: DCF талшықтары оптикалық жүйенің дисперсиясын түзету үшін арнайы әзірленген. Бұл талшықтар кері дисперсиямен жұмыс істейді, яғни олар жарық сигналдарының таралуын қайта түзетеді, сигналдарды сақтап, олардың өзгеріссіз өтуді қамтамасыз етеді. DCF талшықтары жүйеде сигналдың уақыттық кеңеюін немесе тарылуын бақылап, оны компенсациялайды.

Артықшылықтары:

- Дисперсияның әсерін жою арқылы сигналдардың сапасын арттыру;
- Ұзақ қашықтықтағы байланыс желілерінде тиімді жұмыс істейді.

Қолданылу салалары: DCF талшықтары әсіресе ұзақ қашықтыққа деректерді тасымалдау кезінде қолданылады. Бұл технологияны жоғары жылдамдықты оптикалық желілерде және толқын ұзындығының кең спектрінде тиімді қолдануға болады.

3. Желілік резервтеу.

Желілік резервтеу – бұл жүйенің сенімділігін қамтамасыз ету үшін қолданылатын әдіс, әсіресе байланыс ақаулары немесе бұзылулар туындағанда маңызды. Резервтеу желінің басқа бөліктерімен қамтамасыз етіледі, бұл жүйенің үздіксіз жұмысын сақтауға мүмкіндік береді.

Желілік резервтеудің принципі: Желілік резервтеу негізінен екі негізгі тәсілмен жүзеге асады:

Толық резервтеу: Бұл жағдайда барлық байланыс арналары немесе ресурстар қосымша резервті арналармен қамтамасыз етіледі. Егер негізгі арнада ақау пайда болса, жүйе автоматты түрде резервті арнаға өтеді.

Бөлшектеп резервтеу: Бұл жағдайда тек белгілі бір байланыс бөлімдері немесе ресурстары резервтеулі болады, яғни жүйе қажет болған кезде ғана қосымша ресурстарды пайдаланады.

Артықшылықтары:

- Жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету;
- Желідегі ақаулар мен бұзылулардың әсерін азайту.

Қолданылу салалары: Желілік резервтеу үлкен ауқымды байланыс жүйелерінде, мысалы, телекоммуникация және деректер орталықтарында жиі қолданылады. Бұл әдіс төтенше жағдайларда деректердің жоғалуы мен кідірісін болдырмауға көмектеседі.

4. Қосымша әдістер мен технологиялар

Бұдан басқа, жүйенің сенімділігін арттыру үшін келесі әдістер қолданылады:

Қаттылықты арттыру әдістері (Hardening): Бұл әдіс желі құрылғыларының қоршаған ортаның теріс әсерлеріне (мысалы, температура, ылғал, электромагниттік шу) төзімділігін арттырады.

Сигналды мультиплекстеу және демультиплекстеу: Бұл технологиялар деректерді бірнеше арналарға бөлуді және оларды біріктіруді қамтамасыз етеді, бұл жүйенің өткізу қабілетін арттырады.

Автономды жұмыс жүйелері: Бұл әдіс сигналдың жоғалуын болдырмау үшін жүйелердің автоматты түрде қосылу немесе ажыратылуын қамтамасыз етеді.

Өртүрлі әдістер, соның ішінде FEC, DCF, және желілік резервтеу технологиялары оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыруға маңызды үлес қосады. Бұл әдістердің әрқайсысы өзіндік артықшылықтарға ие және түрлі жағдайларда қолданылады. Жалпы алғанда, олар жүйелердің үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етіп, деректердің жоғалусыз және жоғары жылдамдықта берілуіне мүмкіндік береді.

Оптикалық байланыс жүйелерінің тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін түрлі қосымша әдістер мен технологиялар қолданылады. Бұл әдістер жүйелердің қауіпсіздігін, жылдамдығын және үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуге бағытталған. Осы бөлімде оптикалық байланыс жүйелеріндегі қосымша әдістер мен технологиялар қарастырылады.

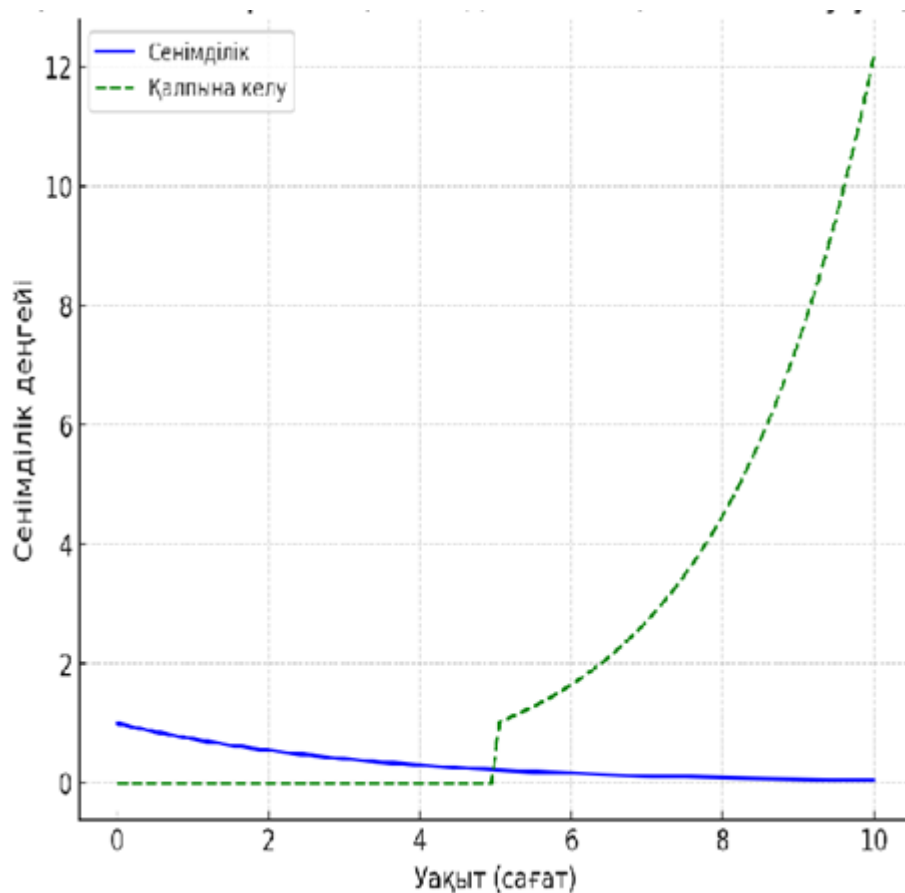
Жүйенің үздіксіз жұмысы: Бұл бөлікке желідегі деректердің үздіксіз берілуін және ақпараттың жоғалусыз тасымалдануын білдіретін элементтерді қосуға болады, мысалы, үздіксіз ағын көрсететін сызықтар мен деректер пакеттері.

Ақаулар мен бұзылуларды болдырмау: Бұл үшін жүйедегі ақауларды көрсететін белгішелер (мысалы, ескертулер немесе қызыл крест) және оларды

болдырмайтын жүйе компоненттері (қорғау құрылғылары, резервтік арналар) болуы мүмкін.

Ақауларға төзімділік: Қосымша резервтік арналар немесе деректерді автоматты түрде бағыттайтын жүйелердің болуы.

Қалпына келтіру уақыты: Жүйедегі ақау анықталғаннан кейін сигналдың резервті арнаға ауысуын немесе қалпына келу процесін көрсететін элементтер.



2.1-сурет – Оптикалық байланыс жүйесінің сенімділігі мен қалпына келу уақытын көрсету

Көк сызық – жүйенің сенімділігінің төмендеуі, яғни уақыт өткен сайын сенімділік деңгейі төмендейді.

Жасыл үзік сызық – жүйенің қалпына келу уақыты, сенімділік деңгейі уақыт өткен соң қалпына келеді, яғни жүйе ақаудан кейін қайта жұмыс істей бастайды.

Сенімділік: Жүйенің сенімділік деңгейін білдіретін көк сызық. Бұл сызық уақыт өткен сайын экспоненциалды түрде төмендеп, жүйенің сенімділігінің азаюын көрсетеді.

Қалпына келу: Жасыл үзік сызық, ол 5-ші уақыт кезеңінен кейін басталып, жүйенің қалпына келу процесін көрсетеді. Сенімділік деңгейі ақаудан кейін қайта жоғарылайды.

1. Қаттылықты арттыру әдістері (Hardening).

Қаттылықты арттыру – бұл әдіс байланыс желілерінің қоршаған ортаның теріс әсерлеріне, мысалы, температураның ауытқуларына, ылғалдылыққа, және электромагниттік шудың әсеріне төзімділігін арттыруды мақсат етеді. Бұл әдіс жүйенің сенімділігін жақсарту үшін маңызды, әсіресе ашық алаңдарда немесе өнеркәсіптік аймақтарда жұмыс істейтін желілерде.

Қаттылықты арттырудың негізгі тәсілдері:

Температура және ылғалдылыққа төзімді құрылғыларды қолдану: Жоғары температурада немесе ылғалдың көптігінде жұмыс істей алатын компоненттер мен құрылғыларды пайдалану.

Электромагниттік қорғау: Электромагниттік толқындардан қорғау үшін арнайы экрандалған кабельдер мен жабдықтар қолдану.

Шығатын сигналдардың басқарылуы: Сигналдың қоршаған ортаға әсерін азайту үшін жүйелерде шығыстарды бақылап отыру.

Артықшылықтары:

- Қоршаған ортаның әсерінен жүйенің істен шығуын болдырмау;
- Жүйенің ұзақ мерзімді жұмысын қамтамасыз ету;
- Қауіпсіздік пен сенімділікті арттыру.

2. Сигналды мультиплекстеу және демультиплекстеу.

Сигналды мультиплекстеу және демультиплекстеу әдістері жүйенің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл әдістер әртүрлі деректер ағындарын бір арнада біріктіріп, соңында оларды бөлек ағындарға қайтарады.

Мультиплекстеу (WDM): Бұл әдіс бірнеше сигналды бір арна арқылы жіберу үшін қолданылады. Wavelength Division Multiplexing (WDM) арқылы әрбір сигнал өзінің толқын ұзындығында тасымалданады. Бұл бірнеше деректер ағындарын бір физикалық арнаға біріктіруге мүмкіндік береді.

Демультиплекстеу: Бұл әдіс мультиплекстерден келген әртүрлі сигналдарды қайтадан бөлу үшін қолданылады. Қабылдаушы жағында әрбір сигнал өзінің толқын ұзындығы немесе уақыт бөлігі бойынша қайтадан алынатын болады.

Артықшылықтары:

- Желінің өткізу қабілетін арттырады;
- Бірнеше сигналды бір арна арқылы тиімді тасымалдау мүмкіндігі;
- Жүйенің ауқымдылығын ұлғайту.

3. Автономды жұмыс жүйелері

Автономды жұмыс жүйелері деректерді үздіксіз тасымалдауды қамтамасыз етеді, әрі сигналдың жоғалуы немесе байланыс ақаулары болған жағдайда жүйе автоматты түрде қосымша ресурстарды пайдаланады. Бұл технология желідегі ақауларды өздігінен анықтап, қажет болған жағдайда басқа резервтік ресурстарға көшуге мүмкіндік береді.

Жүйенің автономды жұмыс істеуі:

Қалпына келтіру механизмдері: Ақау болған жағдайда жүйе деректерді қайта жіберу немесе басқа резервті арнаға автоматты түрде ауысу арқылы деректердің жоғалуын болдырмайды.

Резервтік қуат көздері: Желідегі қуат көздерінің ақаулары жағдайында резервтік энергия көзі жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді.

Тиімді маршрутизация: Қашықтықта ақау немесе жоғары жүктеме кезінде жүйе өздігінен тиімді маршрут таңдайды.

Артықшылықтары:

- Жүйенің жұмыс істеу қабілеттілігі үнемі қамтамасыз етіледі;
- Ақауларды жылдам анықтап, деректерді үздіксіз тасымалдау мүмкіндігі.

Энергияның тұрақты жеткізілуі.

Автономды жұмыс жүйе мына бөліктерден тұрады:

1. Негізгі арна (Primary Channel): Бұл деректерді негізгі бағыт бойынша тасымалдайтын арна.

2. Резервтік арна (Backup Channel): Негізгі арнада ақау туындаған жағдайда сигналдарды басқа арнаға қайта бағыттайтын резервтік арна.

3. Қуат көздері (Power Sources): Қажетті қуат көздерін резервтік арнаға автоматты түрде ауыстыру үшін резервтік қуат көздері болады.

4. Ақау анықтау модульдері (Failure Detection Modules): Сигналдың сапасын үнемі бақылап, ақауларды анықтайды.

5. Автоматты қосу/ажырату (Automatic Switching Mechanisms): Ақау анықталған кезде жүйе автоматты түрде резервтік арнаға ауысып, деректердің жоғалуын болдырмайды.

4. Қауіпсіздік әдістері.

Қауіпсіздік мәселелері оптикалық байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқарады, себебі ақпараттың құпиялылығы мен тұтастығын сақтау қажет. Осыған байланысты, оптикалық байланыс жүйелерінде шифрлеу, авторизациялау және аутентификация сияқты қауіпсіздік әдістері қолданылады.

Шифрлеу: Деректерді шифрлеу арқылы оларды тек авторизацияланған қабылдаушыға жіберуге мүмкіндік береді. Шифрлеу алгоритмдері деректердің құпиялылығын сақтауға көмектеседі.

Аутентификация: Қабылдаушы мен жіберушінің сәйкестігін тексеру үшін аутентификация жүйелері қолданылады, бұл жүйенің заңсыз қолжетімділігін болдырмайды.

Қауіпсіз каналдарды пайдалану: Жалпы қолжетімді желілерде деректердің жоғалуы мен ұрлануынан қорғау үшін арнайы қорғалған оптикалық арналар қолданылады.

Артықшылықтары:

- Ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді;
- Ұрлық немесе деректердің бұзылу қаупін азайтады;
- Құпиялылық пен деректердің тұтастығын сақтайды.

5. Масштабталғыштық пен икемділік.

Оптикалық байланыс жүйелерінің масштабталғыштығы мен икемділігі өте маңызды. Бұл технологиялар желінің қажеттіліктеріне байланысты кеңеюіне мүмкіндік береді. Масштабталғыш жүйелер жоғары өткізу қабілетін

қамтамасыз ете отырып, жүйені кеңейту кезінде құрылымның өзгеруін қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

- Жүйенің өсіміне бейімделу мүмкіндігі.
- Жаңа технологиялар мен талаптарға сай икемділікті қамтамасыз ету.
- Жүйе тиімділігін сақтау және шығындарды төмендету.

Оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігі мен тиімділігін арттыру үшін әртүрлі қосымша әдістер мен технологиялар қолданылады. Қаттылықты арттыру, мультиплекстеу, автономды жұмыс жүйелері, қауіпсіздік әдістері, және масштабталғыштық сияқты әдістер жүйенің үздіксіз жұмысын және жоғары сапалы байланыс мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бұл әдістер жүйелердің тұрақтылығын арттыруға және жаңа талаптарға сай кеңейтуге мүмкіндік береді.

2.3 Қайталау механизмдері, топологиялар, қорғау схемалары

Оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігін арттыру үшін бірнеше технологиялар мен әдістер қолданылады. Бұл технологиялар деректердің үздіксіз берілуін қамтамасыз ету, жүйенің тұрақтылығын арттыру және ақаулар мен жоғалтуларды болдырмау мақсатында қолданылады. Қайталау механизмдері, топологиялар және қорғау схемалары осы мақсатта қолданылатын негізгі әдістер болып табылады.

1. Қайталау механизмдері (Repeater Mechanisms).

Қайталау механизмдері оптикалық байланыс жүйелерінде сигналдың әлсіреуін жою және деректердің жоғалуын болдырмау үшін қолданылады. Олар оптикалық талшық арқылы өтетін сигналды күшейтеді, осылайша деректерді ұзақ қашықтыққа жоғары сапамен жіберуге мүмкіндік береді.

Қайталау механизмдерінің жұмыс принципі:

Оптикалық қайталаушылар (Optical Repeaters): Бұл құрылғылар сигналдың амплитудасын күшейтеді, бірақ олар сигналды электрлік күйге түрлендірмейді. Сигналды күшейту үшін лазерлер немесе оптикалық күшейткіштер қолданылады.

Электрлік қайталаушылар (Electrical Repeaters): Бұл құрылғылар сигналды электрлік күйде қабылдап, оны қайтадан оптикалық сигналға түрлендіреді. Бұл әдіс ұзақ қашықтықтағы деректер ағындарын беруде тиімді болып табылады.

Артықшылықтары:

- Қайта жіберу арқылы ұзақ қашықтықта деректерді жоғалтусыз жіберу мүмкіндігі;
- Сигналдың сапасын жақсарту, шу мен әлсіреуді азайту.

Қолданылу салалары: Қайталау механизмдері негізінен үлкен қашықтықтағы байланыс жүйелерінде, мысалы, телекоммуникациялық желілерде және интернет байланысында қолданылады.

2. Топологиялар (Topologies).

Оптикалық байланыс жүйелерінің топологиясы – бұл жүйедегі компоненттердің физикалық және логикалық орналасуы мен байланысын сипаттайтын құрылым. Желі топологиясы сенімділік пен деректерді жіберу жылдамдығына тікелей әсер етеді. Жүйенің дұрыс топологиясы ақаулардан қорғануға, деректердің жоғалуын болдырмауға және тұтастай алғанда жүйенің жұмысын тиімді басқаруға көмектеседі.

Жиі қолданылатын топологиялар:

Жұлдызша топологиясы (Star Topology): Бұл топологияда барлық құрылғылар орталық коммутаторға немесе хабқа қосылады. Әрбір компонент орталықпен байланысты болғандықтан, ақау немесе бұзылу тек бір компоненттің жұмысына әсер етеді, бірақ қалған жүйе жұмысын жалғастыра алады.

Циклдік топология (Ring Topology): Бұл топологияда барлық компоненттер бір-бірімен тізбектеліп қосылады. Ақаулар болған жағдайда деректер екінші бағытта тасымалдана алады. Бұл топологияның бір артықшылығы – желінің барлық бөліктері бірдей қорғалуы мүмкін.

Сызықтық топология (Bus Topology): Барлық компоненттер бір ортақ арна арқылы байланысады. Бұл топологияда ақау болған жағдайда тек сол арна арқылы берілетін деректер тоқтап қалуы мүмкін.

Меш топологиясы (Mesh Topology): Барлық құрылғылар бір-бірімен байланысады, бұл жүйенің тұрақтылығын айтарлықтай арттырады. Топологияның бұл түрінде байланыс ақауларының әсері ең төмен болады, себебі жүйеде резервті жолдар мен арналар бар.

Артықшылықтары:

- Ақау болған жағдайда деректерді баламалы жолмен тасымалдау мүмкіндігі;
- Құрылғылардың бір-бірімен тиімді байланысы;
- Жоғары сенімділік және деректердің жоғалуының алдын алу.

3. Қорғау схемалары (Protection Schemes).

Қорғау схемалары – бұл желідегі ақаулар мен бұзылуларды болдырмау, сондай-ақ жүйенің жұмысын үздіксіз сақтау үшін қолданылатын әдістер. Бұл схемалар ақауларды анықтағаннан кейін деректерді автоматты түрде басқа арналарға қайта бағыттайды, бұл байланыс сапасын сақтау мен жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Қорғау схемалары (Protection Schemes).

Қорғау схемалары оптикалық байланыс жүйелерінде деректердің үздіксіз берілуін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Бұл схемалар желідегі ақауларды немесе бұзылуларды анықтаған кезде жүйенің жұмысын тоқтатпай, сигналды автоматты түрде басқа жолға бағыттауға мүмкіндік береді. Қорғау схемалары байланыс жүйелерінің сенімділігін арттырады, жүйенің ақауларға

төзімділігін қамтамасыз етеді және деректердің жоғалуын болдырмауға көмектеседі.

1. 1+1 Қорғау схемасы.

1+1 қорғау схемасы – бұл жүйеде бір негізгі арна және оған қосымша резервтік арна беріледі. Бұл схема бойынша сигнал бір арна арқылы беріледі, ал резервтік арна сол сигналды қабылдауға дайын болады. Егер негізгі арнада ақау пайда болса, сигнал автоматты түрде резервтік арнаға ауысады.

Жұмыс принципі:

- Негізгі арна арқылы деректер жіберіледі.
- Резервтік арна негізгі арнамен қатар жұмыс істейді, бірақ тек негізгі арнада ақау болғанда ғана іске қосылады.
- Егер негізгі арна жұмыс істемесе, сигнал резервтік арнаға ауысады, бұл жүйенің үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

- Жоғары сенімділік;
- Қысқа қалпына келтіру уақыты (failover time);
- Қарапайым құрылым, бірақ жоғары тиімділік.

Қолданылу салалары:

Бұл схема маңызды деректерді тасымалдау үшін, мысалы, банк жүйелері немесе телекоммуникациялық желілерде қолданылады.

2. 1:1 Қорғау схемасы.

1:1 қорғау схемасы – бұл схема екі арнаны бір-бірімен байланыстырады. Осы схема бойынша, екі арна арасында сигналдарды бөлудің орнына, сигналды қайта бағыттау үшін резервтік арна қамтамасыз етіледі. Егер негізгі арна жұмыс істемесе, резервтік арна сигналды автоматты түрде қабылдайды.

Жұмыс принципі:

- Әрбір арнада резервтік арна бар, егер негізгі арнада ақау болса, байланыс резервтік арнаға көшіріледі.
- Бұл схемада екі арна өзара байланысады, олардың әрқайсысы резервтік жолмен жұмыс істейді.

Артықшылықтары:

- Жоғары сенімділік пен жүйенің ұзақ мерзімді тұрақтылығы;
- Сигналдың жоғалуы мен кідіріске жол бермейді.

Қолданылу салалары:

- Үлкен көлемді корпоративті желілерде және ауқымды мемлекеттік жобаларда қолданылады.

3. Сигналды ауыстыру (Switched Protection).

Сигналды ауыстыру схемасы деректердің ақаусыз берілуін қамтамасыз ету үшін әртүрлі каналдар мен арналарды пайдаланады. Бұл әдіс сигналдың негізгі арнадан басқа арнаға ауысуын қамтамасыз етеді, егер негізгі арнада ақау пайда болса.

Жұмыс принципі:

- Желідегі ақау анықталған кезде жүйе автоматты түрде сигналды басқа жұмыс істеп тұрған арнаға бағыттайды;

- Бұл қорғау схемасы қолданысқа алынған кезде, мәліметтің үздіксіз берілуін қамтамасыз ету үшін қосымша арна пайдалануға болады;

Артықшылықтары:

- Қолданылатын арналар арасында ауысуды қамтамасыз ету;

- Желідегі ақауларды жылдам шешуге мүмкіндік береді.

Қолданылу салалары:

Өнеркәсіптік аймақтар мен үлкен деректер орталықтарында жиі қолданылады.

4. Тұрақты қорғау схемасы (Dedicated Protection).

Тұрақты қорғау схемасы дегеніміз – әрбір байланыс үшін арнайы резервтік арна тағайындау. Бұл схема арнайы арналарды резервтік ресурстар ретінде пайдаланып, жүйенің толық жұмысын қамтамасыз етеді. Мұндай схемада әрбір арна үшін өзіне арналған қорғау жолы болады.

Жұмыс принципі:

- Әрбір негізгі байланыс арнасы үшін жеке резервті арна белгіленеді, ол негізгі арнада ақау пайда болған жағдайда автоматты түрде қосылады;

- Бұл схема тек белгілі бір арналар үшін ғана жұмыс істейді, сондықтан жүйенің жүктемесін азайтуға көмектеседі.

Артықшылықтары:

- Әрбір арна үшін жоғары қауіпсіздік және сенімділік;

- Ақауларды болдырмауға және қалпына келтіру уақытын азайтуға мүмкіндік береді.

Қолданылу салалары:

- Өте жоғары сенімділік қажет болатын қосымшалар мен байланыс жүйелері, мысалы, төтенше жағдайлар кезінде қолданылатын жүйелерде.

Жұмыс принципі:

- Қосымша резервті байланыс арнасы қажет болған жағдайда іске қосылады, бірақ жұмыс істемейді;

- Негізгі арна арқылы деректерді тасымалдау кезінде резервті арна тек қосымша жүктемені қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

- Жүйенің қосымша арналармен қамтамасыз етілуі;

- Қауіпсіздікті сақтаудың тиімді әдісі;

Қолданылу салалары:

- Ірі деректер орталықтарында, әсіресе үлкен көлемді мәліметтерді тасымалдау кезінде пайдаланылады.

Қорғау схемалары – бұл оптикалық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуі үшін маңызды компоненттер. Әртүрлі қорғау схемалары, мысалы, 1+1, 1:1, сигналды ауыстыру, тұрақты қорғау схемалары, жүйенің сенімділігін қамтамасыз етіп, деректердің жоғалусыз берілуін және жүйенің үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Осы схемалар тиімді қолданылған кезде, жүйе ақаулар мен бұзылуларға төзімді болып, жоғары сапалы байланыс қызметтерін ұсына алады.

Жиі қолданылатын қорғау схемалары:

1+1 қорғау схемасы: Бұл схема екі арнаны қосып, сигналды бір арна арқылы жіберіп, екінші арнада резервтік байланыс ұсталады. Егер негізгі арнада ақау пайда болса, сигнал автоматты түрде резервтік арнаға ауысады.

1:1 қорғау схемасы: Бұл схемада екі арна бір-бірімен байланысады, бірақ біреуінің жұмыс істемейтіндігіне байланысты резервтік арнаға қайта бағыттау қажет болған жағдайда байланыс автоматты түрде іске қосылады.

Сигналды ауыстыру (Switched Protection): Бұл схема сигналды қалыпты жұмыс істеп тұрған желінің бөлігіне ауыстыруды қамтамасыз етеді. Желідегі белгілі бір ақау анықталған кезде, жүйе сигналды басқа арнаға ауыстырады.

Тұрақты қорғау схемасы (Dedicated Protection): Бұл схемада әрбір байланыс арнасына өзіне тиісті резервті арна беріледі, бұл жүйені тұрақты қорғауға мүмкіндік береді.

Артықшылықтары:

- Жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету;
- Ақаулардан кейін деректердің жоғалмауы;
- Қауіпсіздік пен сенімділікті арттыру.

Қолданылу салалары: Қорғау схемалары үлкен ауқымды желілерде және маңызды ақпаратты тасымалдау кезінде кеңінен қолданылады, мысалы, банк жүйелері, деректер орталықтары, мемлекеттік ұйымдар және қоғамдық қауіпсіздік.

3 Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер мен технологиялар

Оптикалық байланыс жүйелерінде желідегі кез келген ақаулар мен бұзылулардың ықтимал әсерін азайту және жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін әртүрлі әдістер мен технологиялар қолданылады. Бұл әдістердің мақсаты – жүйенің сенімділігін арттыру, деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз ету, және ақаулар болған жағдайда жүйені қайта қалпына келтіруді жылдамдату. Осы мақсатқа жету үшін қолданылатын әдістер мен технологияларға қосымша арналар (Redundancy), жүктемені теңестіру (Load Balancing), тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) және қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms) жатады.

1. Қосымша арналар (Redundancy).

Қосымша арналар (Redundancy) – бұл желідегі ақпараттың жоғалуын болдырмау үшін қолданылатын әдіс. Бұл әдіс бойынша қосымша арналар немесе байланыс жолдары құрылып, негізгі арнада ақау болған жағдайда сигнал автоматты түрде резервтік арнаға бағытталады. Осылайша, деректер ағынының үздіксіздігін қамтамасыз етеді.

Қосымша арналардың жұмыс принципі:

- Негізгі арнада ақау болған кезде байланыс резервтік арнаға автоматты түрде ауысады;
- Бұл жүйе үзіліссіз жұмыс істейтін қосымша ресурстармен қамтамасыз етіледі.

Артықшылықтары:

- Қосымша арналар желінің сенімділігін арттырады;
- Деректердің жоғалуы мен желінің тоқтап қалуын болдырмайды.

Қолданылу салалары:

Қоғамдық қауіпсіздік жүйелері, маңызды деректерді тасымалдайтын желілер, банк жүйелері.

2. Жүктемені теңестіру (Load Balancing).

Жүктемені теңестіру (Load Balancing) – бұл жүйедегі деректер ағындарын тиімді түрде басқаруға арналған әдіс. Ол деректердің біркелкі бөлінуін қамтамасыз етеді, яғни жүйедегі барлық арналар мен ресурстар бірдей жүктемемен жұмыс істейді. Бұл әдіс жүйенің жұмысын тұрақты етеді және серверлердің немесе байланыс арналарындағы жүктемені шектейді.

Жүктемені теңестіру принципі:

Теңестіру серверлері немесе коммутаторлар арқылы деректерді бірнеше арнаға бөліп, оларды тең көлемде тасымалдауды қамтамасыз етеді.

Бұл әдіс әр арнада сигналдың жоғалуын болдырмайды және жүйенің жоғары жылдамдықта жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

Артықшылықтары:

- Жүйенің жұмыс қабілетін арттырады;
- Жоғары өткізу қабілетіне қол жеткізу мүмкіндігі.

Қолданылу салалары:

Интернет-сервистер, деректер орталықтары, жоғары жүктемелі жүйелер.

3. Тоқтаусыз желілер (Mesh Networks).

Тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) – бұл байланыс жүйесі, мұнда барлық құрылғылар бір-бірімен қосылып, деректердің әртүрлі маршруттар арқылы тасымалдануын қамтамасыз етеді. Әр құрылғы желінің басқа құрылғыларымен тікелей байланыс орнатады, бұл желінің ақауларға төзімділігін арттырады.

Тоқтаусыз желілердің жұмыс принципі:

- Барлық құрылғылар бір-бірімен байланысады, яғни егер бір байланыс арнасы жұмыс істемесе, деректер басқа арналар арқылы тасымалданады.

Бұл әдіс ақпараттың үздіксіз берілуін қамтамасыз етіп, жүйенің ақауларға төзімділігін арттырады.

Артықшылықтары:

- Ақауларды автоматты түрде анықтап, басқа арнаға көшіру мүмкіндігі;

- Желінің ауқымдылығын арттыру.

Қолданылу салалары:

Кең жолақты интернет желілері, әскери және төтенше жағдайлар кезіндегі байланыс желілері.

4. Қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms).

Қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms) – бұл әдіс желіде ақау пайда болған кезде деректерді қайта қалпына келтіруге арналған. Бұл алгоритмдер ақаулар анықталған кезде, оларды жою үшін автоматты түрде жұмыс істейді.

Қалпына келтіру алгоритмдерінің принципі:

- Қалпына келтіру алгоритмдері жүйенің ақауын анықтап, деректерді басқа қолжетімді ресурстарға немесе резервтік арналарға бағыттауды қамтамасыз етеді;

- Олар ақаудан кейін деректерді қайта жинап, жүйенің толық жұмысқа қосылуын қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

- Жүйедегі ақауларды жылдам анықтап, қалпына келтіруді қамтамасыз етеді;

- Қосымша ресурстарды тиімді пайдалану арқылы деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді.

Қолданылу салалары:

Мұндай алгоритмдер жоғары сенімділік пен қалпына келтіру уақытын талап ететін жүйелерде қолданылады, мысалы, деректер орталықтарында және жоғары жылдамдықты байланыс жүйелерінде.

Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайту үшін қолданылатын әдістер мен технологиялар, мысалы, қосымша арналар (Redundancy), жүктемені теңестіру (Load Balancing), тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) және қалпына

келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms), оптикалық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Осы әдістердің тиімді қолданылуы арқылы жүйенің тұрақтылығы мен сенімділігі жоғары деңгейде қамтамасыз етіледі, деректердің жоғалусыз берілуі мен байланыс жүйелерінің үзіліссіз жұмыс істеуі қамтамасыз етіледі.

1. Қосымша арналар (Redundancy):

Негізгі арнадан сигнал өтеді.

Резервті арна бар, ол негізгі арнада ақау болғанда автоматты түрде қосылады.

Сигнал ауысып, резервтік арнаға өтеді.

2. Жүктемені теңестіру (Load Balancing):

Бірнеше арнаға деректер ағыны бөлінеді.

Әр арнаға бірдей жүктеме бөлінеді, бұл жүйенің тұрақтылығын сақтайды.

3. Тоқтаусыз желілер (Mesh Networks):

Барлық құрылғылар бір-бірімен тікелей қосылған.

Әрбір құрылғы қосымша байланыс орната алады, бұл желінің бұзылу ықтималдығын азайтады.

4. Қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms):

Ақау пайда болғанда, жүйе автоматты түрде резервтік арналарға өтіп, деректердің жоғалуы болдырмайды.

Алгоритмдер сигналды қайта бағыттап, жүйенің қалпына келуін қамтамасыз етеді.

Желінің жұмыс істеу қабілетінің 99.99% деңгейіне жетуі үшін қандай әдістер мен технологиялар қолданылатыны туралы зерттеу жүргізуге болады.

Бұл бөлімде желідегі кез келген ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер мен технологиялар (мысалы, Redundancy, Load Balancing, Mesh Networks, Recovery Algorithms) туралы айтуға болады.

Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер мен технологиялар.

Оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға арналған түрлі әдістер мен технологиялар қолданылады. Бұл әдістер жүйенің үзіліссіз жұмысын қамтамасыз етуге, ақпараттың жоғалусыз берілуін қолдауға және желі ақауларына төзімділікті арттыруға бағытталған. Осы мақсаттарға қол жеткізу үшін қолданылатын басты әдістер – қосымша арналар (Redundancy), жүктемені теңестіру (Load Balancing), тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) және қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms).

Қосымша арналар (Redundancy).

Қосымша арналар – бұл желідегі сигналдарды бірнеше арналар арқылы тасымалдау, бұл ақау болған жағдайда деректердің үздіксіз берілуін қамтамасыз етеді. Негізгі арнада ақау болған кезде, резервтік арна іске қосылады және деректер сол арна арқылы беріледі. Қосымша арналар жүйенің сенімділігін арттырып, деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді.

Қосымша арналардың жұмыс принципі:

Сигнал бір уақытта бірнеше арна арқылы беріледі.

Негізгі арнада ақау болса, жүйе автоматты түрде резервтік арнаға өтеді.

Бұл әдіс деректерді үздіксіз тасымалдауға мүмкіндік береді.

Артықшылықтары:

- Сигналдың жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді;
- Жүйенің сенімділігін арттырады;
- Ақауларды анықтау және түзету уақыты азаяды.

Қолданылу салалары:

- Банктер мен қаржы ұйымдарының қауіпсіз байланыс желілері;
- Төтенше жағдайларда қолданылатын жүйелер.

Жүктемені теңестіру (Load Balancing).

Жүктемені теңестіру – бұл бірнеше байланыс арналарын пайдаланып, деректерді тиімді және тең бөлуді қамтамасыз ететін әдіс. Бұл әдіс желідегі әрбір арнаның жүктемесін теңестіреді, нәтижесінде желінің ресурстары дұрыс әрі теңдей бөлінеді. Жүктемені теңестіру желінің жалпы жұмыс тиімділігін арттырып, әрбір арнадағы жүктемені азайтады.

Жүктемені теңестіру принципі:

Теңестіру серверлері немесе арнайы құрылғылар деректерді бірнеше арна арқылы жіберіп, әр арнаға бірдей жүктеме бөледі.

Бұл әдіс жүйенің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді және бір арнаға шамадан тыс жүктеме түсуді болдырмайды.

Артықшылықтары:

- Жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз етеді;
- Жүйенің жұмысын тиімді етеді;
- Арналар арасындағы жүктемені теңестіреді.

Қолданылу салалары:

Қосымша ресурстарды тиімді пайдалану қажет болатын үлкен деректер орталықтары мен интернет жүйелері.

Тоқтаусыз желілер (Mesh Networks).

Тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) – бұл желідегі барлық құрылғылар бір-бірімен байланысқан кезде пайда болатын желі топологиясы. Мұндай топологияда бір құрылғының ақауы бүкіл жүйеге әсер етпейді, себебі деректер басқа байланыстар арқылы қайта бағыттала алады. Бұл әдіс әсіресе желінің үзіліссіз жұмысын қамтамасыз ету үшін тиімді.

Тоқтаусыз желілердің жұмыс принципі:

- Барлық құрылғылар бір-бірімен байланысады, яғни егер бір байланыс арнасы ақау болса, деректер басқа арна арқылы тасымалданады;
- Бұл жүйе деректердің жоғалуы мен ақаулардан қорғайды.

Артықшылықтары:

- Жүйенің бұзылуға төзімділігін арттырады.
- Жоғары сенімділік пен қол жетімділікті қамтамасыз етеді.
- Қосымша ресурстар мен байланыс арналарын қосуға мүмкіндігі

бар.

Қолданылу салалары:

Құрылымдық ақаулар мен тоқтаулардың ықтималдығы жоғары орындарда, мысалы, қалааралық және ұлттық деңгейдегі желілерде.

Қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms).

Қалпына келтіру алгоритмдері желіде ақау пайда болған жағдайда деректерді қалпына келтіруге арналған әдістерді білдіреді. Бұл алгоритмдер жүйедегі ақауларды анықтап, резервтік арналарға немесе басқа ресурстарға деректерді бағыттау арқылы жүйені қайта іске қосады.

Қалпына келтіру алгоритмдерінің жұмыс принципі:

- Ақау анықталған кезде жүйе автоматты түрде ақау орнынан немесе байланыс үзілген жерден деректерді басқа жолмен немесе резервтік арналар арқылы жіберуге көшеді.

Бұл әдіс жүйенің қалпына келу уақытын қысқартуға көмектеседі.

Артықшылықтары:

- Ақаулардан кейін жүйенің жылдам қалпына келуін қамтамасыз етеді;

- Деректердің жоғалуы мен кідіріске жол бермейді.

Қолданылу салалары:

Төтенше жағдайлар кезінде ақаулардың жылдам шешілуін қажет ететін жүйелер.

Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер, соның ішінде қосымша арналар (Redundancy), жүктемені теңестіру (Load Balancing), тоқтаусыз желілер (Mesh Networks) және қалпына келтіру алгоритмдері (Recovery Algorithms), оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігін арттырып, деректердің үздіксіз берілуін қамтамасыз етеді. Бұл әдістердің тиімді қолданылуы жүйенің ақауларға төзімділігін арттырып, желінің жұмыс істеу қабілеттілігін жақсартады, нәтижесінде ақпаратты жоғалту мен жүйенің тоқтап қалуының алдын алады.

Сызбаның құрылымы:

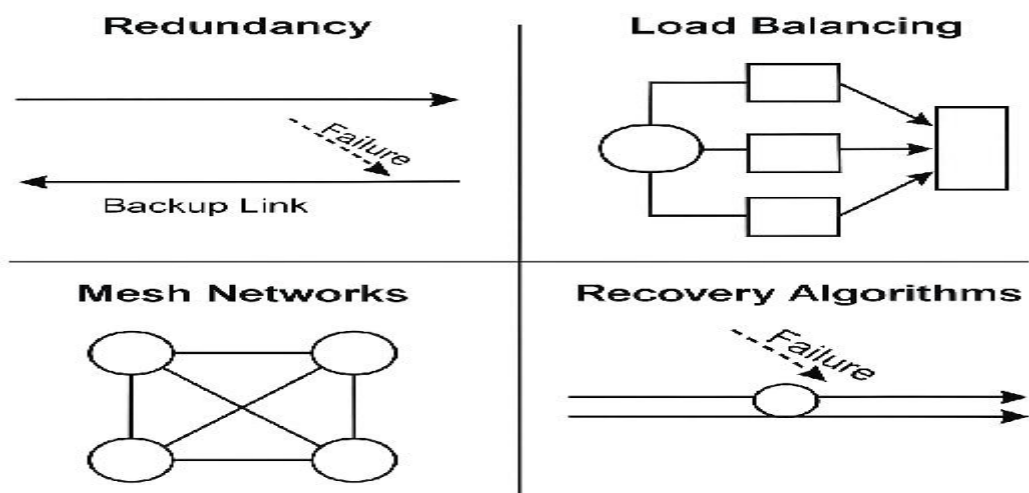
1. Негізгі арна: Бұл деректер ағынының негізгі бағыты. Ақау болмаған жағдайда сигнал осы арна арқылы өтеді.

2. Резервтік арна: Негізгі арнада ақау пайда болған жағдайда сигнал осы резервтік арнаға бағытталады.

3. Жүктемені теңестіру: Бірнеше арнаға жүктемені бөлетін құрылғы, барлық арналарға бірдей жүктеме беру үшін жұмыс істейді.

4. Тоқтаусыз желі: Барлық құрылғылар бір-бірімен байланысты, деректер екінші арналар арқылы өтеді, егер негізгі арна жұмыс істемесе.

5. Қалпына келтіру алгоритмдері: Ақау анықталған кезде, жүйе автоматты түрде резервтік арнаға өтеді немесе деректерді қайта қалпына келтіреді.



3.1-сурет – Резервтеуді, жүктемені теңестіруді, торлы желілерді және қалпына келтіру алгоритмдерін көрсететін диаграмма

Мұнда желінің ақаулары мен ақауларын азайтудың әртүрлі әдістерін, Соның ішінде резервтеуді, жүктемені теңестіруді, торлы желілерді және қалпына келтіру алгоритмдерін көрсететін диаграмма берілген.

Сенімділікті қамтамасыз ету және қалпына келтіру уақыты:

Сенімділікті арттыру үшін деректерді беру жылдамдығы мен байланыс сапасын сақтаудың жолдарын қарастырамыз.

Қалпына келтіру уақытын ≤ 50 мс деңгейінде сақтау үшін қолданылатын әдістер мен алгоритмдер (мысалы, Fast Rerouting, Backup Paths, Protection Switching) туралы түсінік беруге болады.

Сенімділікті арттыру үшін деректерді беру жылдамдығы мен байланыс сапасын сақтаудың жолдары

Оптикалық байланыс жүйелерінде сенімділікті арттыру және деректерді беру жылдамдығы мен байланыс сапасын сақтау үшін көптеген әдістер мен технологиялар қолданылады. Бұл әдістердің басты мақсаты – деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз ету, жүйенің үзіліссіз жұмыс істеуін бақылау және ақаулар пайда болған жағдайда жүйені тез арада қалпына келтіру. Сонымен қатар, жүйенің қалпына келу уақыты ≤ 50 мс деңгейінде сақталуы керек. Мұндай талаптарға жауап беру үшін Fast Rerouting, Backup Paths, Protection Switching сияқты әдістер мен алгоритмдер қолданылады.

1. Деректерді беру жылдамдығы мен байланыс сапасын сақтау.

Жоғары өткізу қабілеті мен қысқа кідіріспен деректерді жіберу үшін, оптикалық жүйелерде қолданылатын оптикалық талшықтардың сапасы мен арналар арасындағы байланыс тиімділігі аса маңызды.

Мультиплекстеу әдістері, мысалы, Wavelength Division Multiplexing (WDM), бірнеше сигналдарды бір арна арқылы жіберуге мүмкіндік береді, бұл

жүйенің өткізу қабілетін арттырып, байланыстың сапасын сақтауға көмектеседі.

Сигналды күшейту арқылы деректердің сапасы сақталады және төмендетілмейді. EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) сияқты оптикалық күшейткіштер сигналды күшейтіп, ұзақ қашықтыққа сигналдың жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді.

2. Қалпына келтіру уақыты ≤ 50 мс деңгейінде сақтау үшін қолданылатын әдістер мен алгоритмдер.

Жүйе қалпына келтіру уақытының ≤ 50 мс деңгейінде болуы керек, себебі байланыс жүйесінің үздіксіз жұмыс істеуі маңызды. Бұл талаптарға жауап беру үшін бірнеше әдіс қолданылады:

2.1 Fast Rerouting (Жылдам қайта бағыттау).

Fast Rerouting – бұл ақау немесе байланыс мәселесі туындаған кезде деректерді резервтік арнаға немесе маршрутизацияға автоматты түрде қайта бағыттау процесі. Бұл әдіс желідегі кез келген ақауды тез арада шешуге мүмкіндік береді.

Жұмыс принципі:

- Егер негізгі байланыс арнасында ақау пайда болса, жүйе оны жылдам анықтап, деректерді басқа резервтік арнаға немесе маршрутына қайта бағыттайды;

- Қалпына келтіру уақыты 50 мс-тан аспайды.

Артықшылықтары:

- Ақауды анықтау мен сигналды басқа арнаға бағыттау жылдам жүзеге асады.

- Жүйенің тұрақтылығын арттырады.

2.2 Backup Paths (Резервтік жолдар).

Backup Paths – бұл негізгі жолда ақау болған жағдайда деректерді сақтап қалу үшін пайдаланылатын резервтік жолдар. Бұл әдіс деректерді негізгі арнадан басқа резервтік арнаға автоматты түрде бағыттайды.

Жұмыс принципі:

- Негізгі арнада ақау немесе кідіріс пайда болғанда, резервтік жол іске қосылады.

- Резервтік жол бойынша деректерді тасымалдау автоматты түрде басталады.

Артықшылықтары:

- Сенімділік пен деректердің жоғалмауы;

- Ақаулардың әсерін минимизациялау.

2.3 Protection Switching (Қорғау ауыстыруы).

Protection Switching – бұл деректерді негізгі арнадан резервтік арнаға ауыстыру процесі, ол желіде ақау болған кезде автоматты түрде іске қосылады.

Жұмыс принципі:

- Ақау болған кезде жүйе резервтік жолға автоматты түрде ауысады, бұл деректерді жоғалтуды болдырмайды.

- Қалпына келтіру уақыты өте қысқа (≤ 50 мс).

Артықшылықтары:

- Жүйенің сенімділігі мен қолжетімділігін арттырады;
- Деректердің үздіксіз берілуін қамтамасыз етеді.

3. Қорғау схемалары мен алгоритмдердің сызбасы.

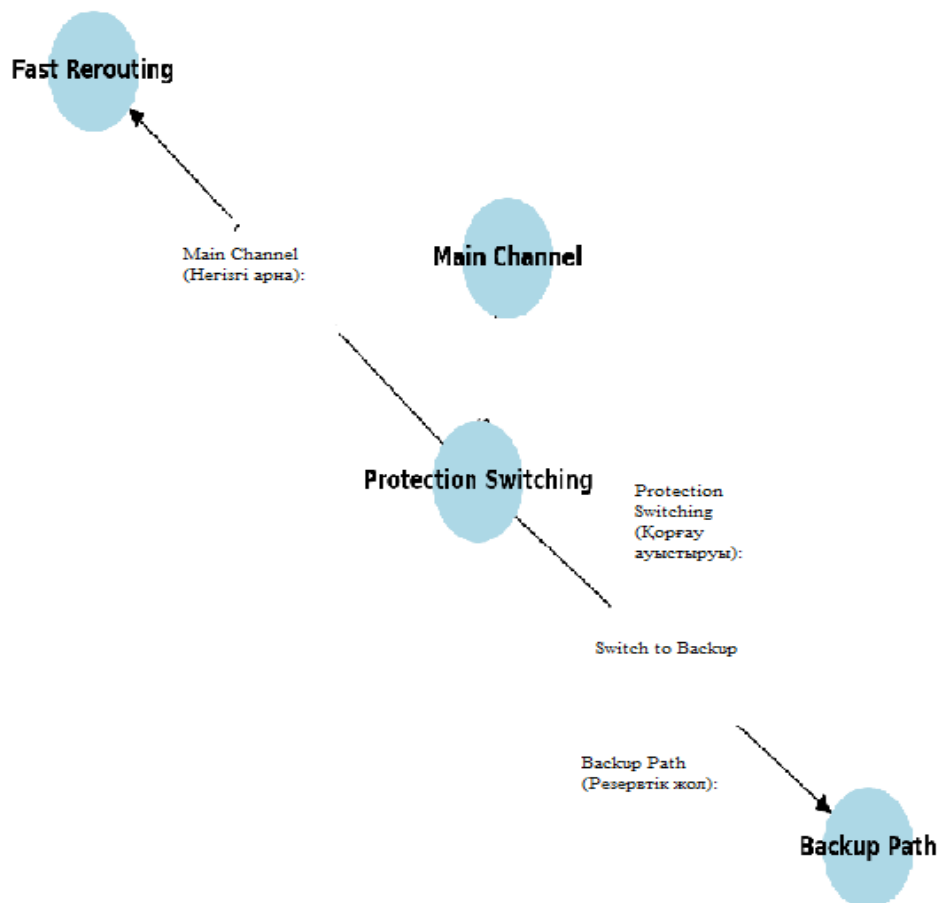
Негізгі арна мен резервтік арна арасындағы ауысуларды көрсету үшін сызба төменде келтірілген.

Сызба сипаттамасы:

- Негізгі арна: Деректер бұл арна арқылы беріледі.
- Резервтік арна: Негізгі арнада ақау болған жағдайда сигнал осы арнаға қайта бағытталады.
- Fast Rerouting: Ақау анықталған кезде сигнал автоматты түрде резервтік арнаға бағытталады.
- Protection Switching: Деректерді резервтік арнаға жылдам ауыстыру.

Негізгі арна → Қорғау коммутатор → Резервтік арна.

Ақау анықталса → Fast Rerouting → Қалпына келтіру.



3.2-сурет – Fast Rerouting, Signal Flow, Route Selection, және Switch to Backup сияқты негізгі әдістер

Оптикалық байланыс жүйесінде Protection Switching және Backup Path технологияларын көрсету үшін. Бұл сызба Fast Rerouting, Signal Flow, Route Selection, және Switch to Backup сияқты негізгі әдістерді көрсетеді.

Сызба түсіндірмесі:

1. Main Channel (Негізгі арна):

Бұл арна арқылы деректер бастапқыда беріледі.

Егер осы арнада ақау немесе үзіліс пайда болса, жүйе оны автоматты түрде анықтап, қалпына келтіру алгоритмдерін іске қосады.

Бұл арна жүйенің басты деректер ағыны ретінде қызмет етеді. Желідегі деректердің басым бөлігі осы арна арқылы өтеді. Негізгі арнада ақау туындаған жағдайда, жүйе деректердің үзілуін болдырмау үшін резервтік арнаны іске қосады.

Толықтыру: Негізгі арнадағы ақау, мысалы, физикалық зақымдану немесе сенімділік мәселелері болғанда, жүйе өздігінен қалпына келтірілуі керек.

2. Protection Switching (Қорғау ауыстыруы):

Бұл компонент ақау болған жағдайда сигналды резервтік арнаға бағыттайтын негізгі механизм болып табылады.

Егер негізгі арна жұмыс істемесе, Protection Switching компоненті деректерді басқа арнаға бағыттау үшін жылдам ауысуды іске қосады.

Бұл компонент ақау анықталған кезде сигналды басқа арнаға немесе жолға ауыстыратын механизм. Яғни, егер негізгі арнада ақау болса, сигнал дереу резервтік арнаға ауысады.

Толықтыру: Қорғау ауыстыруы жүйенің үзіліссіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Бұл механизмді жүзеге асыратын арнайы маршрутизаторлар немесе коммутаторлар бар.

3. Backup Path (Резервтік жол):

Бұл резервтік жол – деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз ететін арна.

Негізгі арнадағы ақау анықталған кезде сигнал осы резервтік жол арқылы өтеді.

Резервтік жол – бұл негізгі арнаның ақауы жағдайында қолданысқа кіретін қосымша байланыс арнасы. Ол жүйенің сенімділігін арттырады және ақау болған жағдайда деректердің жоғалмауын қамтамасыз етеді.

Толықтыру: Резервтік жолдардың бар болуы жүйенің төзімділігін арттырады. Бұл жолдар көбінесе басқа физикалық құрылғылармен немесе желі сегменттерімен қамтамасыз етіледі.

4. Fast Rerouting (Жылдам қайта бағыттау):

Жүйе ақау болғанда, Fast Rerouting деректерді жылдам әрі тиімді қайта бағыттайды.

Бұл әдіс қалпына келтіру уақытын минимизациялап, байланыс жүйесінің жұмысын үздіксіз сақтайды.

Бұл әдіс ақау анықталған кезде деректерді басқа арнаға немесе резервтік маршрутына тез арада қайта бағыттау үшін қолданылады. Жүйе өздігінен деректерді ең тиімді жолмен қайта бағыттайды.

Толықтыру: Fast Rerouting әдісінің тиімділігі жүйенің қалпына келу уақытын минимизациялауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс әсіресе ақаулар мен жоғары жүктемелер болғанда қолданылады.

Толық жұмыс принципі:

1. Сигналдың ағымы: Деректер бастапқыда Main Channel арқылы беріледі.
2. Ақау анықталса: Егер негізгі арнада ақау орын алса, жүйе деректерді Protection Switching арқылы басқа арнаға қайта бағыттайды.
3. Резервтік арнаға өту: Сигнал Backup Path арнасына өтеді, бұл деректердің жоғалмауын қамтамасыз етеді.
4. Жылдам қайта бағыттау: Егер ақау уақытша болса, Fast Rerouting механизмдері деректерді жылдам қайта бағыттап, желі жұмысын қалпына келтіреді.

Сигналдың ағымы: Деректер бастапқыда негізгі арна арқылы жіберіледі. Бұл арна жұмысы қалыпты болған кезде деректердің үздіксіз берілуі қамтамасыз етіледі.

Ақау анықталса: Негізгі арнада ақау пайда болған жағдайда, жүйе оны автоматты түрде анықтап, Protection Switching арқылы резервтік арнаға көшу жүзеге асады.

Резервтік арнаға өту: Сигнал резервтік арнаға өтеді, бұл арқылы деректердің жоғалуы немесе кідіріске жол берілмейді.

Жылдам қайта бағыттау: Fast Rerouting механизмдері сигналды резервтік жолға ауыстырып, қалпына келтіру уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

3.1 Оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары

Оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары: Желінің сенімділігі мен тұрақтылығын бағалау.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдары оптикалық байланыс жүйелерінің сенімділігі мен тұрақтылығын бағалау үшін маңызды рөл атқарады. Олар желідегі ақауларды анықтап, сигналдың сапасын бағалап, жүйенің жұмысын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл құралдар арқылы байланыс жүйесінің жағдайы туралы нақты деректер алынатындықтан, олар жүйенің сенімділігі мен үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін қажет.

1. Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдардың құрылымы.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдары негізінен үш негізгі компоненттен тұрады.

Оптикалық көз (Optical Source): Сигналдың көзі болып табылады, ол белгілі бір толқын ұзындығындағы жарықты шығарады.

Оптикалық детектор (Optical Detector): Сигналды қабылдайды және оның күшін өлшейді.

Экран немесе компьютер: Қабылданған деректерді өңдеуге, анализ жасауға және нәтижелерді көрсетуге арналған құрылғы.

Бұл құрылғылар көбінесе біріктірілген түрде болады, яғни олар сигналды шығарып, оны қабылдап, кейінгі тексерулерді жасауға мүмкіндік береді.

2. Жұмыс принциптері.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдарының жұмыс принциптері әртүрлі, бірақ олардың негізгі мақсаты – сигналдың сапасын өлшеу және желідегі ақауларды анықтау. Олардың жұмыс істеу принципі келесідей:

Сигналды жіберу: Тестерлер сигналды шығарып, оны оптикалық талшық арқылы жібереді.

Сигналдың қабылдануы: Қабылдаушы құрылғы сигналды қабылдайды.

Сигналдың сапасын бағалау: Сигналдың қуаты, фазасы, дисперсиясы және басқа параметрлері бағаланады.

Нәтижелерді шығару: Сигналдың сапасын талдайтын құралдар ақауларды көрсетеді және желінің жұмысын бағалайды.

3. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer):

Құрылымы: OTDR – бұл сигналдың кері қайта шағылуын өлшеу арқылы талшықтың жағдайын тексеретін құрал. Бұл құрал сигналдың өту уақыты мен кері шағылуынан алынған ақпаратты қолданады.

Жұмыс принципі: OTDR біршама импульстарды оптикалық талшыққа жібереді және олардың кері қайту уақытын өлшейді. Осы мәліметтердің негізінде талшықтың ұзындығы, зақымданған жерлері және басқа ақаулар анықталады.

Тиімділігі: OTDR көмегімен оптикалық талшықтың толық жағдайын тексеруге болады, ол байланыс жүйесінің ақауларын жылдам және дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Optical Power Meter (Оптикалық қуат өлшегіш):

Құрылымы: Оптикалық қуат өлшегіш - бұл құрал оптикалық сигналдың қуатын өлшеуге арналған. Ол оптикалық талшық арқылы өтетін жарықтың күшін анықтайды.

Жұмыс принципі: Құрылғы талшықтан өтетін жарық сигналын қабылдап, оның қуатын өлшейді. Бұл тестерлер сигналдың жоғалуы мен күшеюін бақылауға мүмкіндік береді.

Тиімділігі: Бұл құрал жүйедегі сигналдың күші мен сапасын бақылауға көмектеседі, ақаулар мен әлсіз сигналдардың орын алуын көрсетеді.

Optical Spectrum Analyzer (OSA):

Құрылымы: OSA - бұл сигналдың спектрін талдайтын құрал. Ол белгілі бір толқын ұзындығындағы сигналдардың күшін өлшеу үшін қолданылады.

Жұмыс принципі: ОСА толқын ұзындығын түрлі спектрлерге бөледі және әрбір спектрдің күшін өлшейді. Бұл құрал арқылы сигналдың түрлі жиіліктерде қалай жұмыс істейтінін бағалауға болады.

Тиімділігі: ОСА сигналдың спектрін талдап, оның дұрыс емес жұмыс істейтін жиіліктерін немесе арналарын анықтауға көмектеседі.

4. Диагностика құралдарының тиімділігі.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдардың тиімділігі олардың дәлдігін, жылдамдығын және қолдану аясын анықтайды. Бұл құралдар арқылы ақауларды анықтап, жүйенің күйін тексеруге болады, бұл байланыс жүйесінің тұрақтылығын сақтауға мүмкіндік береді.

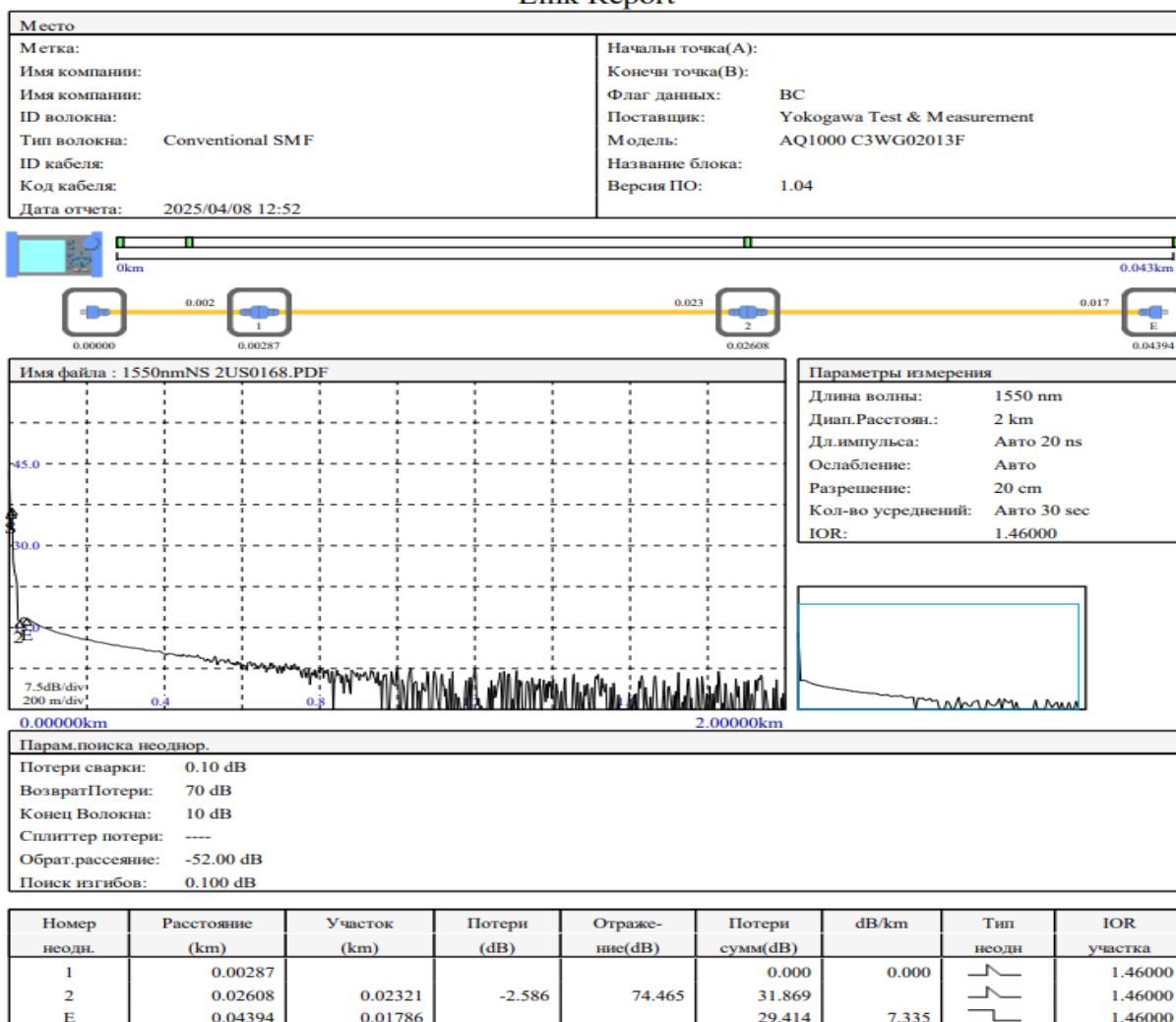
Артықшылықтары:

- Ақауларды жылдам анықтау: Желідегі ақауларды тез арада анықтауға мүмкіндік береді, бұл қалпына келтіру уақытын қысқартады.

- Сигналдың сапасын бақылау: Сигналдың жоғалуы, қуаты, әлсіздіктері мен ақауларын тиімді бақылауға мүмкіндік береді.

- Тиімді диагностика: Жүйені тексеру кезінде барлық компоненттердің жұмысын бағалай алады.

Link Report



3.3-сурет – 2 км кабель сапасын тексеру

Бұл сурет – оптикалық талшықтың байланыс сапасын тексеруге арналған Link Report. Ол оптикалық байланыс жүйесінің түрлі параметрлерін, сигналдың сапасын және жүйенің жұмысын бақылауға мүмкіндік береді.

Сипаттама:

Жалпы мәліметтер:

Кабельдің түрі: Conventional SMF (Супер жақсартылған көпмодалы талшық).

- Ұзындығы: 2 км;
- Талшықтың толқын ұзындығы: 1550 нм;

Параметрлер:

- Импульс ұзындығы: Автоматты түрде 20 нс;
- Оңалту: Автоматты;
- Резолюция: 20 см;
- Өлшеу уақыты: 30 секунд.

Графиктер мен талдау:

Деректер:

- Потери (жоғалту): 0.0027 дБ, 0.023 дБ және 0.017 дБ;
- Возрат Потери (қайтарым жоғалтуы): 70 дБ;
- Конец Волока: 10 дБ;
- Обратное рассеяние: -52 дБ;
- Потери сумм: 0.000 дБ.

График: Графиктің төменгі жағында сигналдың өту барысындағы жоғалту мен сигналдың қайта шағылуының әсері бейнеленген.

Параметрлер:

- Потери санры (жоғалтулар санаты): 0.10 дБ;
- Отражение (қайтару): 31.869 дБ;
- Потери (сумм): 0.000 дБ (барлық арналар бойынша жалпы жоғалту).

Сигналдың сапасы:

- IOR (Индекс преломления): 1.46000 (талшықтың сыну көрсеткіші).

Бұл көрсеткіштің өзгеруі талшықтың жиілігін, оның өтімділігін және байланыс жылдамдығын анықтайды.

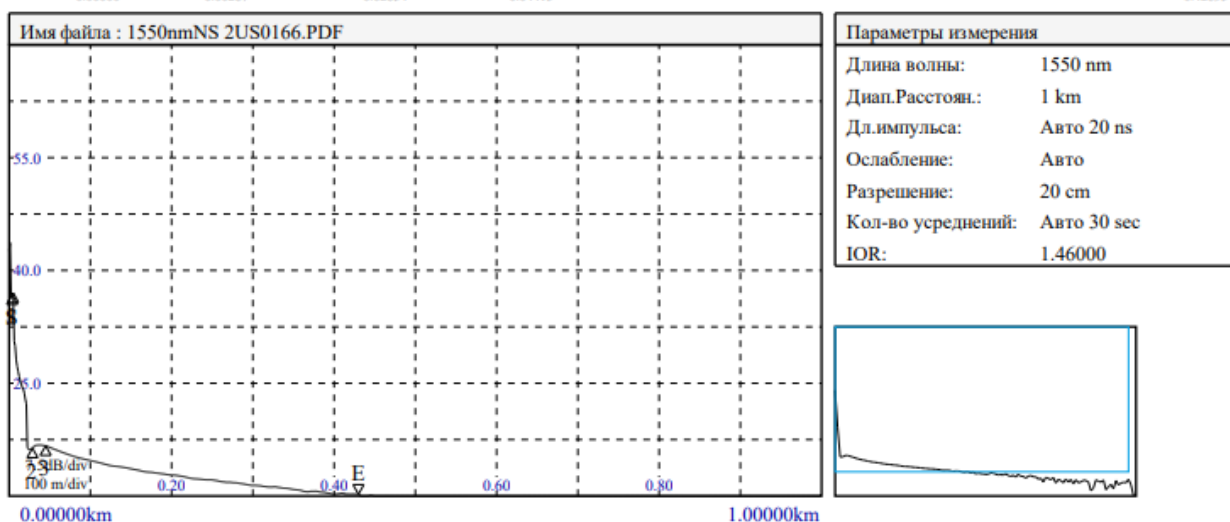
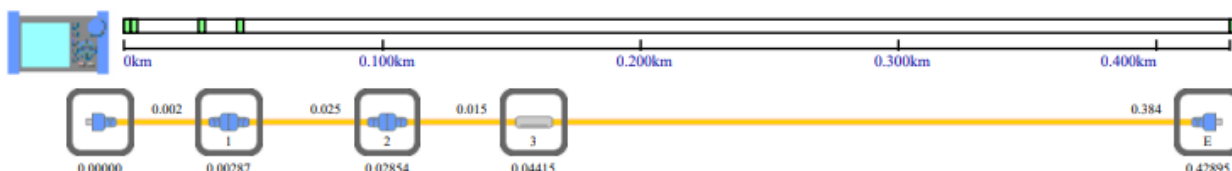
Неодиндық бөлімдер:

- Номер: Бөлімдердің тізімі.
- Расстояние: 2 км ішінде әртүрлі бөліктердің қашықтығы.
- Потери: Талшық арқылы сигналдың жоғалуы.
- Отражение: Жарықтың қайту коэффициенті.

Бұл есептеулер мен талдаулар оптикалық талшықтың жағдайын бақылауға және желінің жұмысын бағалауға арналған.

Link Report

Место	
Метка:	Начальн точка(A):
Имя компании:	Конечн точка(B):
Имя компании:	Флаг данных: BC
ID волокна:	Поставщик: Yokogawa Test & Measurement
Тип волокна: Conventional SMF	Модель: AQ1000 C3WG02013F
ID кабеля:	Название блока:
Код кабеля:	Версия ПО: 1.04
Дата отчета: 2025/04/08 12:50	



Парам.поиска неоднор.	
Потери сварки:	0.10 dB
ВозвратПотери:	70 dB
Конец Волокна:	10 dB
Сплиттер потери:	----
Обрат.рассеяние:	-52.00 dB
Поиск изгибов:	0.100 dB

Номер неодн.	Расстояние (km)	Участок (km)	Потери (dB)	Отраже- ние(dB)	Потери сумм(dB)	dB/km	Тип неодн	IOR участка
1	0.00287				0.000	0.000		1.46000
2	0.02854	0.02567	-0.368	79.871	-0.501	-19.510		1.46000
3	0.04415	0.01561	1.958		-0.980	-7.104		1.46000
E	0.42895	0.38480			5.902	12.795		1.46000

3.4-сурет – 1 км кабельді өлшеу

Бұл Link Report – оптикалық талшықтың байланыс сапасын тексеру үшін қолданылатын есептік құжат. Оған талшықтың жұмысын, сигналдың берілу сапасын және жүйедегі кез келген ақауларды анықтауға арналған мәліметтер кіреді.

Жалпы мәліметтер:

- Желі параметрлері;
- Тип волокна: Conventional SMF (Стандартты монофиламентті талшық);

- Талшықтың ұзындығы: 1 км;

- Толқын ұзындығы: 1550 нм;

Кабельдің ID және Код кабеля: Бұл параметрлер талшықтың ерекшеліктерін анықтайды.

- Желінің басталуы мен аяқталуы;

- Басталуы: Талдау басталатын нүкте;

- Аяқталуы: Талдау аяқталатын нүкте;

- График және талдау;

- Сигналдық график.

Графиктің бастапқы бөлігі: 0 км мен 0.100 км арасындағы алғашқы өлшемдер мен сигналдың әлсіреуі көрсетілген.

Графиктің соңғы бөлігі: 1 км-ге дейінгі таралу көрсетілген, онда сигналдың әлсіреуі мен әртүрлі ақаулардың әсері көрініс табады.

Өлшеу параметрлері:

- Длина волны (Толқын ұзындығы): 1550 нм;

- Дистанция (Қашықтық): 1 км;

- Дл. импульс: Автоматты 20 нс;

- Ослабление: Автоматты түрде реттелген;

- Резолюция: 20 см;

- Количество усреднений: 30 секунд.

IOR (Индекс преломления): 1.46000 (Бұл мән талшықтың сыну көрсеткішін білдіреді).

Параметрлер мен нәтижелер:

- Потери сварки (Дәнекерлеудегі жоғалту): 0.10 дБ;

- Возврат Потери (Қайтарым жоғалту): 70 дБ;

- Конец Волока (Талшықтың соңындағы жоғалту): 10 дБ;

- Обратное рассеяние: -52 дБ;

- Потери (Жоғалту): Әрбір бөліктегі жоғалтулар көрсетілген.

Талдау кестесі:

- Номер: 1, 2, 3 – Сигналдық жолдардың бөліктері;

- Расстояние: Әр бөлімнің арақашықтығы (км);

- Потери: Әр бөлік бойынша жоғалтулар (дБ);

- Отражение: Сигналдың қайтарым коэффициенті (дБ);

- Потери сумм: Жалпы жоғалту (дБ).

- Тип: Неоднородный және ұяшықтық компоненттер.

Бұл есеп желідегі әртүрлі параметрлерді нақтылап, сигналдың берілу сапасы мен ақауларды анықтайды. Сонымен қатар, талшықтың сыну көрсеткіші, жоғалту мөлшерлері және қайтарым коэффициенті сияқты маңызды ақпараттар көрсетілген.

Жалпы мәліметтер:

Желі параметрлері:

Тип волокна (Fiber Type): Бұл жағдайда Conventional SMF (Standard Single-Mode Fiber) талшығы қолданылған. Бірмодалы талшық (SMF) тек бір моданың таралуына мүмкіндік береді, бұл сигналдың бұзылуын азайтады және ұзақ қашықтыққа сапалы деректер жіберуге мүмкіндік береді.

Талшықтың ұзындығы (Fiber Length): Бұл тестілеу жүргізілген талшықтың ұзындығы 1 км.

Толқын ұзындығы (Wavelength): Бұл талшықта қолданылған жарықтың толқын ұзындығы 1550 нм. 1550 нм толқын ұзындығы оптикалық талшық жүйелері үшін ең тиімді толқын ұзындығы болып табылады, өйткені ол минималды жұтылу мен дисперсияны ұсынады.

Құрылғының мәліметтері:

- Поставщик (Supplier): Өлшеу құрылғысы Yokogawa Test & Measurement компаниясынан алынған.

- Модель: AQ1000 C3WG2013F моделі.

- Версия ПО (Software Version): 1.04 – бұл құрылғының пайдаланған бағдарламалық қамтамасыз ету нұсқасы.

Графиктер мен сигналдың анализі:

- Сигналдың әлсіреуі (Loss):

Сигнал талшық бойынша өткенде оның қуаты азайып отырады, бұл сигналдық әлсіреу деп аталады. Графикте дБ (децибел) өлшем бірлігімен көрсетілген бұл жоғалту.

Сигналдың әлсіреуінің графигі талшықтың әртүрлі бөліктеріндегі жоғалту дәрежесін көрсетеді, және дәл осы график арқылы желінің жалпы өнімділігін бағалауға болады.

Обратное рассеяние (Backscatter):

Бұл көрсеткіш оптикалық сигналдың кері шағылуын немесе кері таралуын білдіреді. Әдетте, бұл мән теріс болуы керек, және ол сигналдың қабілетін, ұзындығын және сапасын бағалау үшін маңызды.

Параметрлер мен өлшемдер:

Потери сварки (Splice Loss): Бұл талшықтың қосылу немесе дәнекерлеу аймағында сигналдың жоғалуы. Бұл жоғалту жиі пайдаланылады, өйткені талшықты дәнекерлеу кезінде кейбір сигналдар жоғалуы мүмкін. Осы есепте 0.10 дБ жоғалту болған.

Возврат Потери (Return Loss): Бұл параметр байланыс арнасына қайтқан сигналдың энергиясының көлемін сипаттайды. 70 дБ көрсеткіші жоғары деңгейде қайтарымның жақсы екенін білдіреді, яғни сигнал жүйеден тиімді шығып, қайтадан қабылданбайды.

Конец Волока (End of Fiber Loss): Талшықтың соңында болатын сигналдың жоғалуы, бұл мән 10 дБ.

Обратное рассеяние (Backscatter): Бұл «қайтару» процесінің шамасын көрсетеді, және ол -52 дБ. Теріс мән сигналдың тиімді өтуін қамтамасыз етеді.

Сигналдық жолдардың тізімі және талдауы:

Есепте әрбір бөліктің сипаттамалары бар:

- Номер: Сигналдың өту жолының бөліктері;
- Расстояние: Әрбір бөлік арасындағы қашықтық (км);
- Потери: Сигналдың осы бөліктегі жоғалуы (дБ);
- Отражение (Reflection): Сигналдың қайтару деңгейі (дБ);
- Потери сумм (Total Loss): Жалпы жоғалту (дБ);
- Тип: Сигналдың өтуінің түрі (неодиндық немесе ұяшықтық).

Негізгі бөлімдер:

Номер 1:

- Расстояние: 0.00287 км;
- Потери: 0.0027 дБ;
- Отражение: 79.871 дБ;
- Потери сумм: 0.000 дБ.

Номер 2:

- Расстояние: 0.02567 км;
- Потери: 2.586 дБ;
- Отражение: 79.871 дБ.

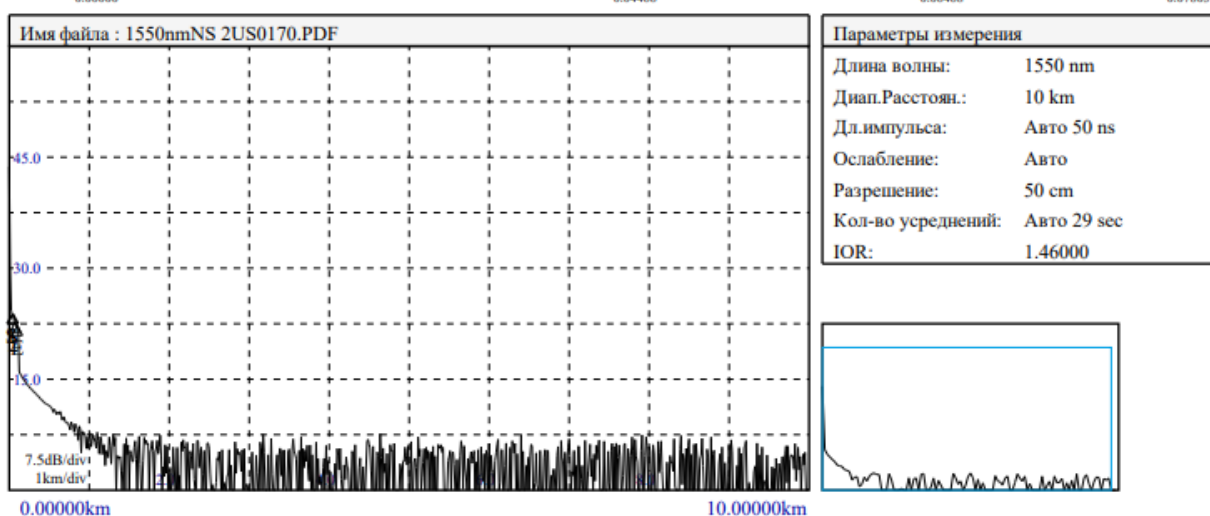
Номер 3:

- Расстояние: 0.04415 км;
- Потери: 1.958 дБ;
- Отражение: 79.871 дБ;
- Номер E (End);
- Расстояние: 0.42895 км;
- Потери: 5.902 дБ;
- Отражение: 12.795 дБ.

Бұл Link Report оптикалық талшықтың күйін толықтай бақылауға және оның тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Параметрлердің әрқайсысы жүйедегі сигналдың жағдайы туралы нақты мәліметтер береді. Талшықтың жалпы күйі жақсы, және әртүрлі сегменттерде сигналдың әлсіреуі мен қайтарым көрсеткіштері белгілі бір нормаларға сәйкес келеді.

Link Report

Место	
Метка:	Начальн точка(A):
Имя компании:	Конечн точка(B):
Имя компании:	Флаг данных: BC
ID волокна:	Поставщик: Yokogawa Test & Measurement
Тип волокна: Conventional SMF	Модель: AQ1000 C3WG02013F
ID кабеля:	Название блока:
Код кабеля:	Версия ПО: 1.04
Дата отчета: 2025/04/08 12:54	



Парам.поиска неоднор.	
Потери сварки:	0.10 dB
ВозвратПотери:	70 dB
Конец Волокна:	10 dB
Сплиттер потери:	----
Обрат.рассеяние:	-52.00 dB
Поиск изгибов:	0.100 dB

Номер неодн.	Расстояние (km)	Участок (km)	Потери (dB)	Отраже- ние(dB)	Потери сумм(dB)	dB/km	Тип неодн	IOR участка
1	0.04466		0.217		0.145	9.132		1.46000
2	0.06468	0.02002	0.292		1.066	35.165		1.46000
E	0.07803	0.01335			1.551	14.485		1.46000

3.5-сурет – 10 км кабельді тексеру

Қорғау және техникалық қызмет көрсету.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдар байланыс желілерінің барлық компоненттерін тексеріп, оларды дұрыс жұмыс істейтін күйде ұстауға көмектеседі. Бұдан басқа, олар жүйедегі ауытқулар мен ақауларды алдын алу шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

Екі сызбаны салыстырғанда бірнеше маңызды ұқсастықтар мен айырмашылықтар бар. Бұл сызбалар оптикалық талшықтың байланыс сапасын және сигналдың жоғалуы мен қайтарымы сияқты параметрлерді тексеруге арналған есептер болып табылады.

Жалпы мәліметтер мен құралдар:

Құрылғы және үлгі: Екі есеп те Yokogawa Test & Measurement компаниясының құрылғысымен жасалған, және бірдей модельдер (AQ1000 C3WG2013F) қолданылған. Құралдың бағдарламалық нұсқасы 1.04 болғанымен, ұқсас.

Талшықтың түрі: Екі есепте де Conventional SMF (бірмодалы оптикалық талшық) қолданылған.

Талшықтың ұзындығы: Бірінші есепте 2 км болса, екінші есепте 10 км көрсетілген.

Толқын ұзындығы: Екі есепте де 1550 нм толқын ұзындығы қолданылған.

Өлшеулер мен графиктер:

Графиктер:

Екі есепте де сигналдың өту барысындағы жоғалту, бұзылу және қайтарым көрсеткіштері анықталған. Графиктер арқылы сигналдың әлсіреуі және әртүрлі арақашықтықтағы жоғалтулар көрсетілген.

Бірінші есепте сигнал әлсіреуі 0.0027 дБ мен 2 км арасындағы қашықтықта белгіленсе, екінші есепте 0.04466 дБ мен 10 км арасындағы қашықтық көрсетілген.

Дисперсия мен сигналдың жоғалуы:

Екі есеп те дисперсияның әсерін, яғни сигналдың қандай да бір жолмен әлсіреуі мен қайтарымын бақылауға арналған. Дегенмен, параметрлердегі айырмашылықтар байқалады:

Бірінші есепте Потери сварки (дәнекерлеудегі жоғалту) 0.10 дБ көрсетілген, ал екінші есепте бұл мән 0.10 дБ болып қалып отыр.

Бірінші есепте Возврат Потери (қайтарым жоғалтуы) 70 дБ болса, екінші есепте бұл көрсеткіш өзгеріссіз 70 дБ.

Графиктерде көрсетілген сегменттер:

Екі есепте де сигналдың әртүрлі бөліктері бойынша жоғалту мен қайтарымның деңгейі есептелген. Мысалы, бірінші есепте:

1 бөлікте жоғалту 0.0027 дБ және қайтарым 79.871 дБ болса, екінші есепте 1 бөліктегі жоғалту 0.217 дБ және қайтарым 79.871 дБ.

Параметрлердің кестелері:

Параметрлер кестесі:

Екі есепте де потери (жоғалту) мен отражение (қайтарым) үшін кестелер бар. Әрбір бөлім бойынша параметрлер көрсетілген, бірақ қашықтық пен жоғалтулар әр түрлі:

Бірінші есепте қашықтық 0.00287 км мен 0.04415 км арасында, ал екінші есепте қашықтық 0.04466 км мен 0.07803 км арасында.

Потери мен дБ/км:

Бірінші есепте жоғалтулар мен дБ/км мәндері салыстырмалы түрде кіші, ал екінші есепте бұл көрсеткіштер жоғарырақ.

Жалпы айырмашылықтар:

- Қашықтық: Бірінші есепте қашықтық 2 км, екінші есепте 10 км;
- Өлшеу ұзақтығы мен дәлдігі: Екінші есептің ұзындығы мен өлшеу уақыты ұзақ, сәйкесінше өлшеу параметрлері де кеңірек көрсетілген (мысалы, 30 секунд қарсы 29 секунд);
- Параметрлердің ерекшеліктері: Екінші есептің нәтижелері бойынша, жоғалтулар мен қайтарымның мәндері басқа болуы мүмкін, себебі қашықтықтың ұлғаюы сигналдың әлсіреуіне және қайта шағылуына ықпал етеді.

3.2 Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы тексеру

Оптикалық байланыс жүйесінің жұмысының тиімділігін тексеру үшін бірнеше факторларды ескеру қажет. Мұндай модельдеулер жүйенің сенімділігі, жылдамдығы, деректердің жоғалусыз берілуі және ақаулардан қалпына келу уақыты сияқты маңызды көрсеткіштерді қамтиды. Осы мақалада біз желі жұмысының тиімділігін тексеру үшін дисперсия, сигналдың әлсіреуі және механикалық бұзылулардың әсерін ескере отырып модельдеу жүргіземіз.

3.2.1 Желі жұмысының тиімділігіне әсер ететін факторлар

Желі жұмысының тиімділігіне бірнеше маңызды факторлар әсер етеді:

Дисперсия: Дисперсияның әсері сигналдың сапасын төмендетіп, жүйенің өткізу қабілетіне кері әсер етуі мүмкін. Хроматикалық дисперсия және модальды дисперсияның әсерін есептей отырып, біз желідегі деректердің өту жылдамдығы мен тиімділігін бағалай аламыз.

Сигналдың әлсіреуі: Сигналдың әлсіреуі оптикалық талшықта сигналдың энергиясының жоғалуына себеп болады. Бұл мәселе әсіресе ұзақ қашықтыққа деректер жіберу кезінде байқалады.

Механикалық бұзылулар: Талшықтың механикалық зақымдануы немесе сынуы сигналдың толық жоғалуына әкелуі мүмкін, бұл жүйенің сенімділігін төмендетеді.

3.2.2 Модельдеу арқылы желі жұмысының тиімділігін тексеру

Модельдеу әдісі арқылы біз осы факторларды ескеріп, желінің жұмыс тиімділігін бағалауға болады. Төменде осы модельдеу процесінің негізгі қадамдары көрсетілген:

Дисперсияның әсерін есептеу.

Хроматикалық дисперсия мен модальды дисперсияның әсерін ескере отырып, біз сигналдың уақыт бойынша кеңеюін есептей аламыз. Бұл есептеулерді біз жоғарыда орындадық, және олар сигналдың кеңеюі мен жүйенің өткізу қабілетіне қалай әсер ететінін көрсетті.

Сигналдың әлсіреуі.

Сигналдың әлсіреуі оптикалық талшықтың ұзындығына байланысты болады. Бұл сигналдың өту барысында оның энергиясы азаяды. Егер әлсіреу деңгейі жоғары болса, байланыс жылдамдығы төмендеуі мүмкін. Біз бұл параметрді талшықтың сыну көрсеткішін және толқын ұзындығының өзгерісін ескере отырып есептеуге болады.

Механикалық бұзылулар.

Талшықтың механикалық зақымдануы немесе сынуы желі жұмысының тиімділігін айтарлықтай төмендетеді. Механикалық зақымдардың әсері, әсіресе жоғары жылдамдықтағы жүйелерде, деректердің жоғалуы мен жүйенің жұмыс істеу қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Бұл параметрлерді ескере отырып, жүйенің жұмысын сынақтан өткізу үшін Fast Rerouting, Protection Switching және Backup Paths сияқты қорғау әдістерін қолдануға болады.

Желі жұмысының тиімділігін бағалау.

Желінің жұмысының тиімділігі, әсіресе, деректердің жоғалусыз берілуі мен қалпына келу уақытына байланысты болады. Төменде желінің тиімділігін бағалау үшін қолданылатын көрсеткіштер берілген:

Деректердің жоғалусыз берілуі: Бұл көрсеткіш жүйенің сенімділігі мен жұмыс істеу қабілетін анықтайды. Талшықтағы зақымданулар немесе дисперсия әсерінен деректердің жоғалуы болмауы керек.

Қалпына келу уақыты: Желідегі ақау немесе бұзылу болған жағдайда қалпына келу уақыты өте маңызды. Егер жүйе қалпына келу уақытын 50 мс-тан аспайтын деңгейде ұстаса, онда жүйе жоғары сенімді және тиімді болып табылады.

Жүйенің өткізу қабілеті: Желі жұмысының тиімділігі тек қана деректердің жоғалусыз берілуімен емес, сонымен қатар оның жылдамдығымен де бағаланады. Жоғары жылдамдықтағы байланыс жүйесі сенімділігін сақтай отырып, ақпаратты жоғары жылдамдықпен тасымалдауы керек.

Қорғау әдістерін қолдану.

Желінің сенімділігін арттыру үшін Fast Rerouting, Protection Switching және Backup Paths сияқты қорғау әдістерін қолдануға болады. Бұл әдістердің тиімділігі желінің ақауларға төзімділігін қамтамасыз етеді және деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді.

Fast Rerouting: Ақау пайда болған кезде деректерді резервтік арнаға жылдам бағыттау.

Protection Switching: Сигналды негізгі арнадан резервтік арнаға автоматты түрде ауыстыру.

Backup Paths: Негізгі арнада ақау болса, деректер резервтік жолдар арқылы беріледі.

Негізгі түйіндемелер:

1. Желінің сенімділігі мен тұрақтылығының маңызы: Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуі үшін желінің сенімділігі мен тұрақтылығы үлкен рөл атқарады. Бұл факторлар жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді, деректердің жоғалусыз берілуін қолдайды және жүйенің ақауларға төзімділігін арттырады. Қазіргі заманғы байланыс жүйелері жоғары жылдамдықта жұмыс істейтіндіктен, желінің тұрақтылығы мен сенімділігі маңызды көрсеткіш болып табылады.

2. Дисперсия мен сигналдың әлсіреуінің әсері: Дисперсия және сигналдың әлсіреуі оптикалық жүйенің тиімділігін төмендететін маңызды факторлар болып табылады. Дисперсияның әсері сигналдың уақыт бойынша кеңеюіне әкеледі, ал сигналдың әлсіреуі деректердің жоғалуына немесе төмен сапалы байланысқа әкелуі мүмкін. Бұл факторларды басқару және азайту үшін жоғары сапалы талшықтар мен арнайы технологиялар қажет.

3. Механикалық бұзылулар мен жарықтың сынуының әсері: Талшықтың механикалық бұзылуы немесе сынуы жүйенің тұрақсыздығына әкеледі, себебі бұл сигналдың толық немесе жартылай жоғалуына себеп болады. Талшықтың бұзылуына қысым, иілу немесе физикалық зақымдар әсер етуі мүмкін. Бұл мәселелерді шешу үшін жүйеде қорғаныс механизмдері мен резервтік жолдар пайдаланылады.

4. Желінің топологиясының маңызы: Желі топологиясы да желінің сенімділігіне әсер етеді. Мысалы, меш топологиясы барлық құрылғылардың бір-бірімен байланысуын қамтамасыз етіп, ақаулар болған жағдайда деректердің басқа арналар арқылы тасымалдануын мүмкін етеді. Осылайша, топологияның дұрыс таңдалуы жүйенің ақауға төзімділігін арттырады.

5. Қорғау әдістерінің қолданылуы: Fast Rerouting, Protection Switching, және Backup Paths сияқты қорғау әдістері желідегі ақауларды жылдам анықтап, сигналды резервтік арнаға немесе басқа жолдарға бағыттайды. Бұл әдістердің қолданылуы деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді және жүйенің сенімділігін арттырады.

6. Модельдеу арқылы желі жұмысының тиімділігін тексеру: Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы біз дисперсия, сигналдың әлсіреуі және механикалық бұзылулардың әсерін бағалап, жүйенің тиімділігін тексере аламыз. Модельдеу әдісі арқылы жүйенің сенімділігін арттыру үшін қолданылады, мысалы, қорғау әдістерін енгізу арқылы ақаулардың ықтимал әсерін азайту.

Қорытындылар:

1. Сенімділік пен тұрақтылықты қамтамасыз ету: Желінің сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін бірнеше факторды ескеру қажет: дисперсия, сигналдың әлсіреуі, механикалық бұзылулар және топология. Бұл мәселелерді шешу үшін жаңа технологиялар мен әдістер, мысалы, жоғары

сапалы талшықтар, оптикалық күшейткіштер, және дисперсияны басқару әдістері қолданылады.

2. Қорғау әдістері арқылы жүйенің сенімділігін арттыру: Қорғау әдістері, мысалы, Fast Rerouting, Protection Switching және Backup Paths, желінің ақауларға төзімділігін арттырып, деректердің жоғалусыз берілуін қамтамасыз етеді. Бұл әдістер арқылы жүйенің қалпына келу уақыты қысқарады және деректердің үздіксіз берілуі сақталады.

3. Топологияның әсері: Желі топологиясы да желінің сенімділігіне әсер етеді. Меш топологиясын немесе қосымша арналарды пайдалану арқылы желінің ақауларға төзімділігін арттыруға болады. Топологияның дұрыс таңдалуы желінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

4. Желі тиімділігін модельдеу: Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы біз жүйенің жұмысына әсер ететін факторларды бағалай аламыз және қажетті өзгерістерді енгізе аламыз. Бұл тәсіл желіні оптимизациялауға мүмкіндік береді және желі жұмысының сапасын арттырады.

5. Желінің тұрақтылығын және сенімділігін қамтамасыз ету үшін кешенді тәсіл: Желі сенімділігін арттыру үшін дисперсияны басқару, сигналдың әлсіреуін азайту, механикалық бұзылулардан қорғау және тиімді топологияны қолдану қажет. Сонымен қатар, қорғау әдістері мен қалпына келтіру алгоритмдерін енгізу арқылы желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыруға болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін кешенді тәсіл қажет. Дисперсия, сигналдың әлсіреуі, механикалық бұзылулар және жүйе топологиясы сияқты факторларды ескере отырып, біз желінің жұмысын жақсартуға болады. Сондай-ақ, қорғау әдістері мен қалпына келтіру алгоритмдері арқылы деректердің жоғалусыз берілуін және жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуге болады.

Сенімділікті арттыру үшін қолданылатын технологиялар мен әдістер, мысалы, қайталау механизмдері, топологиялар және қорғау схемалары, оптикалық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Олар деректердің жоғалусыз, үздіксіз тасымалдануын қамтамасыз ету үшін маңызды рөл атқарады. Бұл әдістер мен технологиялар жүйенің тұрақтылығын, сенімділігін және өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

Оптикалық тестерлер мен диагностикалық құралдар жүйенің сенімділігі мен тұрақтылығын сақтауға үлкен көмегін тигізеді. OTDR, Оптикалық қуат өлшегіш, және Оптикалық спектр анализаторы сияқты құралдар арқылы ақауларды анықтап, жүйенің жұмысын тиімді басқаруға болады. Бұл құралдар желілердің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті және тиімді құралдар болып табылады.

Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы біз деректердің жоғалусыз берілуін, жүйенің сенімділігін және қалпына келу уақытын есептей аламыз. Бұл әдістерді қолданып, оптикалық байланыс жүйелерінің жұмысын тиімді басқаруға және оңтайландыруға болады. Дисперсия, сигналдың әлсіреуі, механикалық бұзылулар сияқты факторлар желінің сенімділігіне әсер ететін маңызды параметрлер болып табылады, бірақ қорғау әдістері мен қалпына келтіру алгоритмдері арқылы бұл әсерлерді азайтуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Keiser, G. Optical Fiber Communications. McGraw Hill, 2010. – 100 с.
- 2 Agrawal, G.P. Fiber-Optic Communication Systems. Wiley-Interscience, 2020. – 120 с.
- 3 Kaminow, I., Li, T., Willner, A. Optical Fiber Telecommunications V: Components and Subsystems. Academic Press, 2018 – 140 с.
- 4 Casimer DeCusatis. Handbook of Fiber Optic Data Communication. Academic Press, 2014. – 180 с.
- 5 Stallings, W. High-Speed Networks and Internets: Performance and Quality of Service. Pearson, 2012 – 200 с.
- 6 ITU-T Recommendations G.652, G.694.1, G.694.2 – Optical Fiber Specifications, 2020 – 10 с.
- 7 Алексашин, А.Ю. Введение в оптические сети связи. СПб: Политехника, 2015 – 300 с.
- 8 Govind P. Agrawal. Nonlinear Fiber Optics. Academic Press, 2006. -200 с.
- 9 Harshavardhan, A. DWDM Network Designs and Engineering Solutions. Cisco Press, 2004. – 150 с.
- 10 Чурбанов, И.А. Оптические сети нового поколения: Теория и практика. Москва: Техносфера, 2018. – 100 с.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

6B06201 – Телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 14 парақ;
б) түсініктеме 59 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері ұсынылды. Жұмыста нақты техникалық параметрлерге сүйене отырып, практикалық есептеулер мен теориялық талдаулар жүргізілді.

Зерттеу барысында оптикалық сигналды генерациялау принциптері және түрлендіру, сигналдың таралуы, күшейткіштер, коммутаторлар, мультиплексорлар, сигналдың жоғалуы мен дисперсиясы, сондай-ақ энергетикалық сипаттамалар қарастырылды. Желідегі ақаулар мен бұзылуларды азайтуға бағытталған әдістер мен технологиялар, оптикалық тестерлер мен диагностика құралдары ұсынылды.

Жұмыстың нәтижесінде Желі жұмысының тиімділігін модельдеу арқылы тексерілді. Бұл зерттеу оптикалық жүйелерді жетілдіру және олардың дәлдігін арттыру бағытында практикалық ұсыныстар берді.

Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – диагностикалауға, ТОВЖ пайдаланудағы бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» (85%) деп бағаланды, ал студент Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент:

Ғ.Дәукеев ат. «Энергиямен қамтамасыз ету, Энергетика және электр жетегі және электротехника»
каф.меңгерушісі, PhD докторы
«20» 05 2025 ж.

Ф КазНУТУ 706-17. Рецензия



Ж.Шыныбай

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

6B06201 – Телекоммуникациялар оқу бағдарламасы

Тақырыбы: «Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері»

Бұл дипломдық жұмыста оптикалық талшықтық байланыс желілерінің негізгі құрылымы мен жұмыс принциптері, пайдаланудың негізгі талаптары, және генераторлардың негізгі сипаттамасы және болашақ ықтимал болатын түрлері келтірілген.

Бұл дипломдық жұмыста «Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері» тақырыбы қарастырылды. Салыстырмалы талдау жүргізілді, сонымен қатар оптикалық талшықтық сенсорлар технологиясының теориялық негіздері зерттелді. Сондай-ақ, сенсорлардың функционалдық мүмкіндіктерін зерттеу және тәжірибелерді арттыруға болатын нұсқалар ұсынылды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Желінің тұрақтылығы мен сенімділігіне әсер ететін факторлар талданды. Өртүрлі әдістерді (FEC, DCF, желілік резервтеу және т.б.) зерттелді. Сенімділікті арттыру үшін қолданылатын технологияларды (қайталау механизмдері, топологиялар, қорғау схемалары) зерттелді. Модельдеу арқылы желі жұмысының тиімділігін тексерілді.

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» (85%) деп бағаланды, ал студент Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.

Қауымдастырылған профессоры,
экономика ғылымдарының кандидаты

 Куттыбаева А.Е.
(қолы)

«20» мамыр 2025 ж.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

Тақырыбы: Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері

Жетекшісі: Айнура Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1

Дәйексөз (35): 0.6

Өріптерді ауыстыру: 20

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 15

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберіледі.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2025-04-29

Күні


Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері

Научный руководитель: Айнура Куттыбасва

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 15

Знаки из других алфавитов: 20

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-05-02

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Құрбанәлі Шерхан Әлішерұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінде желінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру тәсілдері

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 15

Знаки из других алфавитов: 20

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-05-02

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт