

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА,
АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ҚЎМИТАСИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ**

*Қўл ёзма ҳуқуқида
УДК: 004.41*

МАННОНОВ МУЗАФФАР ИБРАГИМОВИЧ

**Кодли шовқинлаштириш асосида химояланган оптик алоқа
тизимини татқиқ қилиш ва самарадорлигини баҳоловчи
дастурий таминот яратиш**

**5А 330201 – «Компьютер тизимлари ва уларнинг дастурий таъминоти»
мутахассислиги магистратура**

*Магистр
академик даражасини олиш учун диссертацияси*

**Илмий раҳбар
т.ф.н. доц. Қўлдашев О.Х.**

Фарғона – 2014

АННОТАЦИЯ

Хозирги кунда компьютер ва ахборот технологияларини ривожланиши билан тезкор ахборот алмашунуви, давр талаби бўлиб келмоқда. Ахборот алмашувининг асосий омилларидан бири бўлиб, уни аниқ, тез манзилга етиб бориши, ўз вақтида жавоб олиш ва хавфсизлик чораларни қўллаган холда яратишдир.

1) Оптик алоқа тизимларларида ахборот хавфсизлигини таъминлаш услублари ва воситаларининг афзалликлари ва камчиликлари тахлил қилинди.

2) Рақамли оптик алоқа тизимлари линия кодларининг тузилиши тактли синхронизация импульсларини шакллантириш учун рақамли сигнал таркибидан тактли частотани осонгина ажратиб олиш қулайлигини ҳисоблаб чиқилди

3) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи кодли шовқинлантириш усули ишлаб чиқилди. Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи қурилма блок схемаси ва принципиал схемаси ишлаб чиқилди.

5) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан ҳимояловчи қурилма самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминот ишлаб чиқилди.

6) MATLAB муҳитида Хемминг кодлари тадқиқи натижалари келтирилди. MATLAB муҳитида Рид Саламон кодлари тадқиқи натижалари келтирилди.

Дунёнинг барча тараққий этган мамлакатларида оптик алоқа тизимларини, хусусан, толали оптик алоқа тизимларини такомиллаштириш, улардан ахборотлар оқимини узатиш ва уларга ишлов бериш тармоқларида фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича кенг кўламли ишлар олиб борилмоқда. Диссертациянинг кириш қисмида мавзусининг асосланиши ва долзарблиги, тадқиқот мақсади ва вазифалари, тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти, илмий янгиликлари баён қилинган.

МУНДАРИЖА

| | |
|--|----|
| Кириш | 4 |
| I-БОБ. ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИДА АХБОРОТ ХАВФСИЗЛИГИ ХОЛАТИ ВА РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ ТАХЛИЛИ | 12 |
| 1. Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш принципи | 12 |
| 2. Толали оптик узатиш линияларининг заифлиги | 18 |
| 3. Рухсат этилмаган таъсирларнинг турлари | 29 |
| II-БОБ. ОПТИК АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИДА АХБОРОТНИ РУХСАТ ЭТИЛМАГАН ТАЪСИРИДАН САМАРАЛИ ҲИМОЯЛОВЧИ УСУЛЛАР ВА ВОСИТАЛАР..... | 32 |
| 1. Оптик тизимлар ва алоқа тармоқларининг ахборот хавфсизлиги | 32 |
| 2. Махфий ва очик калит билан шифрлаш..... | 40 |
| 3. Оптик тизимлар ва алоқа тармоқларининг ахборот хавфсизлигини таъминлаш услуглари ва воситалари..... | 43 |
| 4. Оптик спектрни таҳлил қилиш услуги ва қўлланилиш соҳаси | 45 |
| 5. Назорат сигналлари услуги ва қўлланиш соҳаси..... | 46 |
| 6. Оптик рефлектометрия услуги ва қўлланилиш соҳаси. | 48 |
| III -БОБ. КОДЛИ ШОВҚИНЛАНТИРИШ АСОСИДА ҲИМОЯЛАНГАН ТОЛАЛИ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ | 51 |
| 1. Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсирдан самарали ҳимояловчи кодли шовқинлантириш усулни ишлаб чиқиш. | 51 |
| 2. Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсирдан самарали ҳимояловчи қурилма. | 54 |
| 3. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи кодли шовқинлантириш усули ва техник воситалари самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминотни яратиш. | 62 |
| Хулоса..... | 72 |

Кириш

Замонавий давр жамиятни ахборотлаштириш жараёнини кескин ривожланишга олиб кирмоқда. Бу жараён ахборот-коммуникациялар хизматларидан фойдаланувчиларни телекоммуникациялар тармоқларига юқори тезлик билан (кенг полосали) уланишга ундайди. Бундай талаб Интернетдан фойдаланувчиларнинг кескин ўсиб бориши ва мультимедия, видеоконференция, электр рақамли имзодан фойдаланиш, электрон тижорат, электрон хужжат айланиш ва бошқа бир қанча замонавий хизматларни ҳаётга кириб келишидан чиқиб келяпти.

Маълумки, юқори тезликдаги сигналларни узатиш ва қабул қилиб олиш учун юқори даражада ўтказиш қобилиятига эга бўлган йўналтирувчи муҳит бўлиши керак. Бундай талабларга жавоб берадиган оптик алоқа воситаларига тенг келувчи воситалар ҳозирги кунда мавжуд эмас. Бундан ташқари, оптик алоқа тизимлари орқали катта ҳажмдаги ахборотларни хохлаган масофаларга узатиш мумкин.

Шунингдек оптик алоқа жамиятни ахборотлаштириш жараёнини ривожлантирувчи мукамал ва истиқболли алоқа воситасидир.

Толали оптик алоқа тармоғи - бу тугунлар ораси оптик алоқа линиялари орқали боғланган алоқа тармоғидир.

Ахборотни толали оптик алоқа линиялари орқали узатиш мис кабеллар ва бошқа узатиш муҳитларига қараганда бир қанча афзалликларга эга. Шу афзалликлари туфайли толали оптик алоқадан нафақат телефон алоқасини ташкил этишда, балки телевиденияда, овоз эшиттиришларини узатишда, ҳисоблаш техникасида, маълумот узатишда ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилмоқда.

Толали оптик алоқада узатиш канали сифатида қўлланиладиган оптик толаларнинг афзалликлари қуйида келтирилган.

Ўтказиш оралиғи кенг. Бу ташувчи частотасининг жуда юқорилиги (10^{14}) Гц билан тушунтирилади. Битта оптик тола бўйлаб секундига бир неча

терабит ахборотлар оқимини узатиш имконияти мавжуд. Ўтказиш оралиғининг кенглиги оптик алоқанинг мис ва бошқа ахборот узатиш муҳитларидан устун турувчи энг муҳим афзаллигидир.

Оптик толада ёруғлик сигналларининг кам сўниши. Ҳозирги кунда кўплаб компаниялар томонидан ишлаб чиқарилаётган оптик толалар 1 канал километр ҳисобида 1,55 мкм тўлқин узунлигида 0,1 дБ/км дан ошмайди. Сўниш ва дисперсия қийматларининг кичиклиги оптик сигналларни алоқа линиялари бўйлаб регенерациясиз 100 км ва ундан узоқ масофаларга узатиш имконини беради.

Шовқиндан ҳимояланганлиги юқори. Шовқин сатҳининг кичиклиги оптик толанинг ўтказиш қобилиятини оширади. Оптик тола диэлектрик материаллар – кварц, кўп таркибли шиша, полимерлардан тайёрланганлиги учун у электромагнит нурланишни индукциялаш хусусиятига эга, атрофидаги мис кабелли тизим ва электр қурилмаларнинг (электр узатиш линиялари, электродвигателли ускуна ва бошқалар) ташқи электромагнит шовқинларига таъсирчан эмас. Шунингдек, кўп толали оптик кабелларда кўп жуфтли мис кабелларга хос электромагнит нурланишларнинг ўзаро таъсири каби муаммолар юзага келмайди.[1]

Бу афзаллиги туфайли оптик кабеллардан ишлаб чиқариш корхоналарида, бошқарув марказларида, ахборот узатиш тизимларида фойдаланилади.

Енгиллиги, ҳажми ва ўлчамларининг кичиклиги. Оптик кабеллар мис кабеллар билан солиштирилганда, анча енгил ва ҳажми кичик. Масалан, 900 жуфтли 7,5 см диаметрли мис телефон кабели 0,1см диаметрли битта оптик тола билан алмаштирилиши мумкин. Агар оптик тола бир неча ҳимоя қобиқларидан иборат ва бирон пўлат лента билан қопланган бўлса, бундай тола диаметри 1,5 см га тенг бўлади, бу эса кўрилаётган мис кабель диаметридан бир неча марта кичик. Оптик толанинг бу афзаллиги оптик кабелли линия трактларини қуришда анча енгилликлар яратади.

Ахборот хавфсизлини юқорилиги. Толали оптик кабеллар юқори химояганликка эга бўлиб, толада нур узатилиши ҳеч қандай радио диапазонларга умуман кириб қолмайди, электр таъсирга эга эмас.

Оптик толада узатилаётган нурнинг тўлқин узунлиги 1,55 мкм бўлганлиги сабабли унинг хавфсизлик даражаси юқори. Чунки бу нур тебраниш вақтида 1,55 мкм сатҳдан юқорига кўтарилмайди, оптик толанинг қалинлигидан анча кичик.

Тарқалувчи оптик сигналларнинг интерференция эффектини қўлловчи тизимлар тебранишларга, босимнинг озгина оғишларига сезувчанлиги жуда юқори. Ҳукумат, банк ва маълумотлар химоясига юқори талаблар қўйиладиган бошқа махсус хизматларнинг алоқа линияларини ташкил этишда бундай тизимлар айниқса зарурдир.[1]

Ёнғиндан химояланган. Оптик толада учқун ҳосил бўлмаслиги кимёвий, нефтни қайта ишловчи корхоналарда, портлаш ва ёнғин хавфи мавжуд бўлган биноларда хавфсизликни оширади.

Иқтисодий самарадор. Оптик тола кварцдан ишлаб чиқарилади. Унинг асосини табиатда кенг тарқалган кремний икки оксиди - SiO_2 ташкил этади. Демак, толали оптик кабелларни ишлаб чиқариш учун ноёб рангли металл сарфланмайди. Мис ва кўрғошиннинг дунёвий захиралари чегараланган ҳозирги вақтда ноёб бўлмаган маҳсулотга ўтиш кабелли алоқа техникасининг келгуси ривожланиши учун муҳим омил ҳисобланади. Натижада оптик кабелларнинг нархи мис кабелларга нисбатан арзонлашади.

Толали оптик кабеллар сигналларни узоқ масофаларга ретрансляциясиз узатиш имконини беради. Узоқ масофали алоқа линияларида оптик кабелларнинг қўлланилиши ретрансляторлар сони қисқаришига олиб келади. Натижа сарф ҳаражатлар ҳам камаяди.

Фойдаланиш муддати узоқ. Тола вақт ўтган сари эскиради, яъни ётқизилган кабелларда сўниш аста-секин ошиб боради. Бироқ оптик тола ишлаб чиқаришнинг замонавий технологияларининг мукамаллашуви бу жараёни секинлаштиради ва фойдаланиш муддатини узайтиради.

Компьютер имкониятларининг такомиллашуви ҳамда ишлаб чиқариш ва ҳаётнинг турли соҳаларида интенсив тарзда кириб бориши мос фан соҳасини жумладан, информатика фани предметининг бир неча бор тубдан янгиланишига олиб келган. Ҳозирги кунда компьютер ва унга мос дастурий таъминот базаси имкониятлари бу фанни ўқитишда ҳар бир соҳа мутахассисларига муаяйн билим ва кўникмалар мажмуасини бериш имкониин беради ва тақозо қилади. Бу йўсиндаги мажбурийлик компьютер ва унга уланадиган қурилмалар мажмуаси ҳамда мавжуд амалий дастурлар захираси катта бўлгани учун киши томонидан тўлақонли ўзлаштирилиши ниятда мушқул масала эканлигидан келиб чиққан. Шу боис биз информатика фани дастурини мутахассисликларга кўра 3 турга ажратиш мумкун. Физика – математика, механика ва муҳандислик касблари, табиий фанлар, жумладан, тиббиёт ва иқтисодиёт фанлари ҳамда гуманитар фанлар учун алоҳида.

Бозор иқтисодиёти шароитида корхоналарнинг яхши фаолият юргизиш, ўз харидорларига эга бўлиш, бозорда рақобат курашига дош бера олиши учун корхона ўз фаолиятини ўрганиш, камчиликларини олдини олиш, тўғри кўрсаткичларнинг йилдан – йилга , ойдан – ойга ўсиши ёки камайишини таҳлил қилиб бориши анча катта аҳамиятга эга.

Ана шундай кўрсаткичлардан бири меҳнат унумдорлигидир. Меҳнат унумдорлиги йиллик ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг корхонада фаолият олиб бораётган барча ишчи – хизматчилар сонига нисбати билан аниқланади.

Меҳнат унумдорлиги шундай кўрсаткички, корхона қай миқдорда маҳсулот ишлаб чиқаришдан қатъий назар, корхонадаги ишчиларнинг меҳнати самараси, улуши ва сифатини белгилаб беради. Демак, бу кўрсаткич бевосита корхонанинг келажакдаги истиқболини белгилаб берувчи кўрсаткичлардан бири бўлиб ҳисобланади.

Диссертация мавзусининг асосланиши ва долзарблиги.

Ҳозирги вақтда дунёнинг барча тараққий этган мамлакатларида оптик алоқа тизимларини, хусусан, толали оптик алоқа тизимларини такомиллаштириш, улардан ахборотлар оқимини узатиш ва уларга ишлов бериш тармоқларида фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича кенг кўламли ишлар олиб борилмоқда. Толали оптик тизимларини барча соҳаларда қўллаш бўйича амалий ишлар олиб борилмоқда.

Оптик алоқа тизимлари ва тармоқларидан техник фойдаланиш, оптик алоқа тизимлари ва тармоқларида ахборот хавфсизлигига оид масалалар ҳозирги куннинг энг долзарб масалаларидан ҳисобланади.

Тадқиқот объекти ва предметининг белгиланиши.

Замонавий алоқа тизимлари ва тармоқларига қўйиладиган муҳим талаблардан бири ахборотни узатишнинг яширинлиги ва махфийлигини таъминлаш ҳисобланади. Тадқиқотнинг объекти замонавий телекоммуникация тизимларига қўйиладиган юқори талабларга жавоб берувчи толали оптик алоқа линиялари ҳисобланади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари.

Толали оптик алоқа линияларидаги ахборотни узатиш юқори тезликда, ишонччиликда, рухсат этилмаган киришдан ҳимояланганлик амалга оширувчи кодли шовқинлантириш асосидаги усул ва қурилмани тадқиқ қилиш, уларнинг самарадолигини баҳоловчи дастурий таъминотни ишлаб чиқиш; улардан фойдаланиш учун амалий тавсияларини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари.

Кодли шовқинлантириш асосида ҳимояланган оптик алоқа тизими асосий характерасмтикалари, оптик алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма, ҳимояланганликни баҳоловчи дастурий таъминот.

Мавзу бўйича қисқача адабиётлар таҳлили ёки муаммонинг ўрганилганлик даражаси.

Янги асрнинг бошларидан криптология элементлари ахборот-коммуникация технологиялари фанлари билан боғлиқ ҳолда кўплаб олий ўқув юртларида у ёки бу ном билан ўрганилиб келинмоқда. Бу соҳада Ўзбекистон Республикаси олимлари томонидан ҳам етарли даражада илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда ва бунга Каримов М.М, Акбаров Д.Е, Хасанов П.Ф, Ғаниев С.К, Арипов М.М, Ахмедова О.П, Хасанов Х.П, Мусаев А.И. ва бошқалар томонидан эришилган натижаларни келтириш мумкин.

Ушбу магистрлик диссертация иши ахборот-коммуникация тизимларида алмашиладиган маълумотларни кафолатли криптографик муҳофазалашнинг кенг қамровли муаммоларини ўз ичига олган. Ўз навбатида муаммоларни бартараф қилиш ахборот хавфсизлигини таъминлашнинг криптографик воситалари бўлган: шифрлаш, хэш-функция ва электрон рақамли имзонинг мавжуд стандарт алгоритмларини, криптоалгоритмлар учун кафолатли бардошли калитлар ишлаб чиқиш ва уларни бошқариш масалаларининг мавжуд ечимларини шунингдек уларни ахборот-коммуникация тизимларида қўлланилиши услубларини чуқур таҳлил қилишни ва етарли даражада ўрганишни талаб қилади.

Ҳозирда Ўзбекистон Республикаси Ҳукумати раҳбарияти томонидан ахборот-коммуникация тизимларини кафолатли криптографик муҳофазасини таъминлашнинг чора тадбирларини меёрий – ҳуқуқий томонларини ишлаб чиқилиши босқичма босқич амалга оширилмоқда. Аммо бу чора тадбирларни амалга оширувчи миллий кафолатли криптобардошли – криптографик муҳофаза воситалар ишлаб чиқилиши долзарб бўлиб қолмоқда.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти.

Ҳозирги вақтда дунёнинг барча тараққий этган мамлакатларида оптик алоқа тизимларини, хусусан, толали оптик алоқа тизимларини такомиллаштириш, улардан ахборотлар оқимини узатиш ва уларга ишлов

бериш тармоқларида фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича кенг кўламли ишлар олиб борилмоқда.

Тадқиқот натижаларидан оптик алоқа тизимлари ва тармоқларида ахборот хавфсизлигини таъминлаш учун фойдаланиш мумкин.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги. Илмий янгилик куйидагилардан ташкил топган:

1) Толали оптик алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи кодли шовқинлантириш усулининг замонавийлиги асосланди.

2) Оптик алоқа тизимларларида ахборот хавфсизлигини таъминлаш услублари ва воситаларининг афзалликлари ва камчиликлари таҳлил қилинди.

3) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи кодли шовқинлантириш усули ишлаб чиқилди.

4) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи қурилма блок схемаси ва принципал схемаси ишлаб чиқилди.

5) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан ҳимояловчи қурилма самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминот ишлаб чиқилди.

Диссертация таркибининг қисқача тавсифи.

Диссертациянинг кириш қисмида мавзусининг асосланиши ва долзарблиги, тадқиқот мақсади ва вазифалари, тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти, илмий янгиликлари баён қилинган.

Диссертациянинг I-бобида оптик алоқа тизимларида ахборот хавфсизлиги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари таҳлили келтирилган.

Диссертациянинг II-бобида оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи усуллар ва воситалар келтирилган.

Диссертациянинг III-бобида кодли шовқинлантириш асосида ҳимояланган толали оптик алоқа тизими келтирилган. Шунингдек кодли

шовқинлантириш асосида ҳимояланган толали оптик алоқа тизимини дастурий таъминоти ва қўлланилиши келтирилган.

Диссертациянинг хулоса қисмида тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти, тадқиқот муаммосининг ечимлари кўрсатилган.

Диссертациянинг илова қисмида тадқиқот натижалари бўйича қўшимча маълумотлар келтирилган.

Диссертация таркибининг қисқача тавсифи: Диссертация мундарижа, кириш, учта боб, хулоса, 75 та номдаги фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан (иловадан иборат). Диссертациянинг асосий ҳажми 80 бет матн, 2 та жадвал, 26 расмдан ташкил топган.

I-БОБ. ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИДА АХБОРОТ ХАВФСИЗЛИГИ ХОЛАТИ ВА РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ ТАХЛИЛИ

1. Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш принципи

Хозирги кунда алоқа тизими жамият ривожининг асоси бўлиб қолди. Алоқа хизматига, оддий телефондан кенг полосали интернетгача бўлган талаб доимий ўсиб бормоқда. Бу эса замонавий тизим ва тармоқларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлди. Айни вақтда бу катта хажмли ахборотларни узатишни оптик алоқа тизимлари ва тармоқлари (ОАТ ва Т) орқали амалга ошириш мумкин. Оптик тола жуда катта ўтказиш қобилиятига эга.

Оптик алоқанинг ривожланиш тарихига назар ташласак, шуни айтиб ўтиш жоизки, цивилизациянинг бошланғич даврларида ҳам инсон ахборотларни узок масофаларга узатишда оптик сигналлардан фойдаланган. Бунинг учун кундуз кунни у мисол учун тутунли сигналлардан ёки акс этган кўёш нуридан, тунда эса олов сигналларидан фойдаланган. Вақт ўтиши билан у қуруқликда машина телеграфи, денгизларда байроқли сигнализация ва сигнал лампалари билан алмашган. Ўз навбатида охири телефон ва телеграф радиоалоқаси билан алмашди.

Фан - техника, квант физикаси, оптоэлектроника бўйича эришилган ютуқлар, оптик квант генераторларининг (лазерларнинг) яратилиши билан оптик алоқа тизимлари (ОАТ)ни ривожланишининг замонавий даври бошланди.

Сўниш қийматлари кичик бўлган оптик толалар ишлаб чиқарилди, ишончилиги юқори бўлган ярим ўтказгичли оптик нурланиш манбалари, фотодетекторлар яратилди ва оптик алоқа тизимларида ҳар томонлама изланишлар олиб борилди.

Шу тарзда оптик алоқа тизимлари ва тармоқлари, телекоммуникация, оптоэлектроника ва компьютер технологиялари даври бошланди.

Оптик алоқа тизимлари ва тармоқларининг ҳолатига келсак, дунёнинг кўплаб мамлакатларини толали оптик алоқа линиялари боғлаб туради. Шарқ

ва Ғарб давлатларини, Европа, Осиё ва Америка давлатларини бир бири билан боғловчи, узунлиги тахминан 17 000 км ли Транссибир оптик линияси (ТСОЛ) куриб битказилди. ТСОЛ дунёвий трансмиллий алоқа тармоғига кириб, рақамли алоқанинг глобал толали-оптик халқасини боғлайди, бу халқа тўрт контингент - Европа, Осиё, Америка, Австралия ва уч океан Атлантика, Тинч ва Хинд океанларини қамраб олган. Атлантика океани орқали АҚШ ва Европа ўртасида ва умумий узунлиги 16 000 км ли Австралия – Янги Зеландия – Гавайя – Шимолий Америка сув ости оптик магистраллари фаолият кўрсатапти.

XX асрнинг охирида Америка ва Европа ўртасида ретрансляторсиз, умумий узунлиги тахминан 6 000 км ли Трансатлантика толали оптик алоқа линияси куриб битказилди. Бу линия 2,5 мкм тўлқин узунлигида 0,01 дБ/км сўнишга эга цирконий тетра фторидан тайёрланган тола ёки 2,1 мкм тўлқин узунлигида 0,005 дБ/км сўнишга эга бериллий фторидан тайёрланган тола билан жиҳозланган [2].

Вақт шуни кўрсатадики, инсониятнинг телекоммуникация хизматларига талаби имконият даражасидан ҳам жуда тез суратда ўсиб бормоқда. 20 йил олдин толали оптик алоқа линиялари (ТОАЛ) фақат магистрал линиялар сифатида, шаҳар, давлат ёки қитъаларни бирлаштириш учун қўлланилган. Бугунги кунга келиб эса оптик толали “ўргимчак тўри” нафақат шаҳар ичидаги бинолар орасида балки, бир бино ичида ҳам қўлланилмоқда [3].

Оптик алоқа тизимлари ва тармоқларидан кенг кўламда фойдаланишга сабаб оптик толанинг бир қанча афзалликларга эгалигидир. Улар қуйидагилар: ўтказиш оралиғи кенг (1014 ÷ 1015 Гц), оптик толада ёруғлик сигналлари кам сўнади, электромагнит майдонларга таъсирчан эмас, толали оптик кабеллар енгил, хажми ва ўлчамлари кичик, ёнғиндан ҳимояланган ва бошқалар. Толали оптик кабеллар телевидение тармоқларида тобора кенг қўлланилмоқда, шунингдек уй/офисгача пассив оптик тармоқларни киритиш

билан тармоққа уланиш ва абонент линияларида мис кабелларни сиқиб чиқармоқда.

Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш схемаси (1.1–расм) ҳам ОАТга хос стандарт қурилмалардан иборат. Фақатгина оптик сигналларнинг тарқалишини таъминлаш учун узатиш муҳити сифатида оптик толали кабел ишлатилади.

ТОАТнинг тузилиш схемаси таркибига қуйидагилар киради [2]:

КХҚУ – канал ҳосил қилувчи ускуна;

МВҚ – мувофиқлаштирувчи қурилма;

ОУз – оптик узатгич;

ОНМ - оптик нурланиш манбаи;

МҚ – мослаштирувчи қурилма;

УзОМ – узатувчи оптик модул;

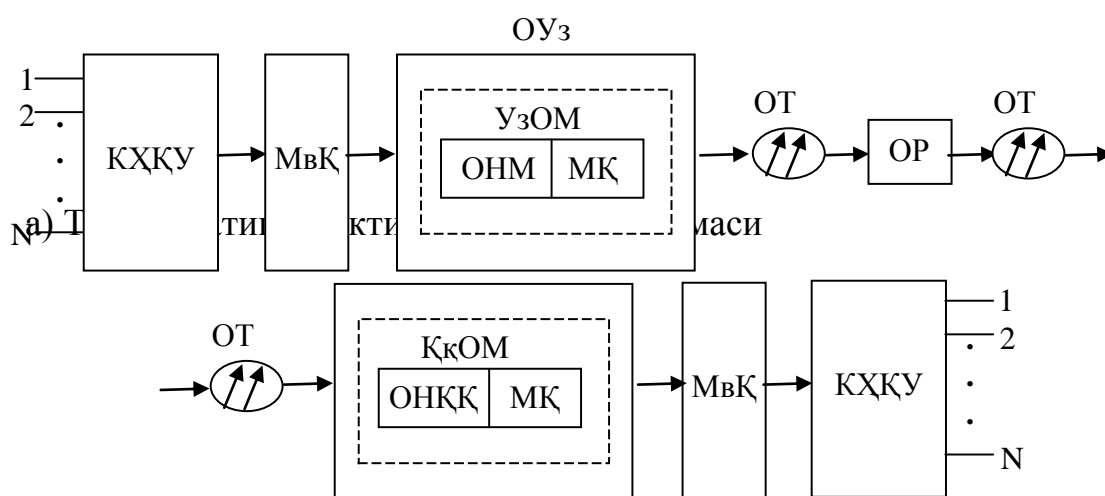
ОТ – оптик тола;

ОР – оптик ретранслятор;

ОҚҚ – оптик қабул қилгич;

ҚҚОМ – қабул қилувчи оптик модул;

ОНҚҚ – оптик нурланиш қабул қилгичи.



б) ТОАТ қабул қилиш трактининг тузилиш схемаси

1.1 – расм. ТОАТнинг тузилиш схемаси

ТОАТда сигналлар оптик тола орқали йўналтирилганлиги учун уларда ООАТ хос камчиликлар мавжуд эмас. Шунинг учун телекоммуникация тармоқларида асосан ТОАТдан фойдаланилади. Кейинги бўлимларда ТОАТ хақида баён этилади.

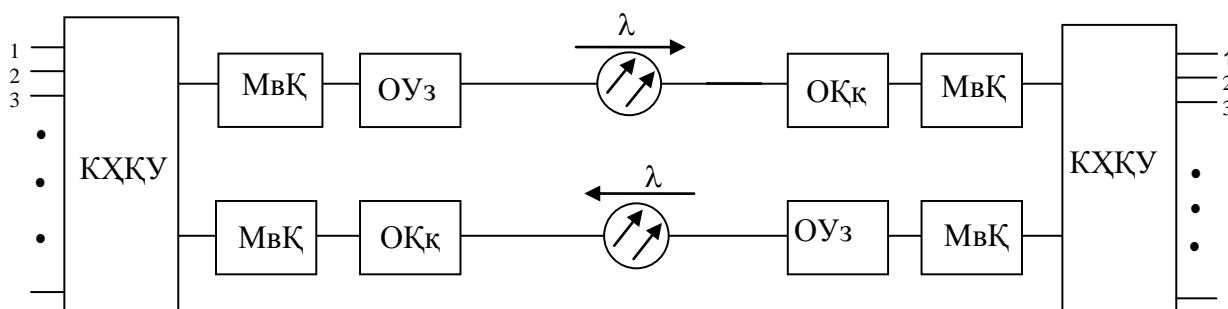
Икки томонлама толали оптик алоқа тизимини ташкил этишнинг куйидаги усуллари мавжуд:

- икки толали бир полосали бир кабелли (тўрт ўтказгичли бир полосали бир кабелли);
- бир толали бир полосали бир кабелли (икки ўтказгичли бир полосали бир кабелли);
- бир толали кўп полосали бир кабелли ёки тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган тизимлар.

1.1–расмда келтирилган ТОАТ нинг тузилиш схемасида фақат узатишнинг бир йўналиши кўрсатилган.

Бундай тузилишда оптик сигналларни узатиш ва қабул қилиш икки тола бўйлаб (1.2 – расм), битта λ тўлқин узунлигида амалга оширилади.

Ҳар бир оптик тола икки симли физик занжирга ўхшайди, чунки кабелнинг оптик толалари орасида ўзаро ўтишлар бўлмайди. Шунинг учун ТОАТ нинг узатиш ва қабул қилиш трактлари бир кабелнинг икки толаси бўйлаб ташкил этилади, яъни ТОАТ бир кабелли ҳисобланади. Шу тарзда, келтирилган толали оптик алоқа тизимини ташкил этиш схемаси икки толали бир полосали бир кабелли ҳисобланади.

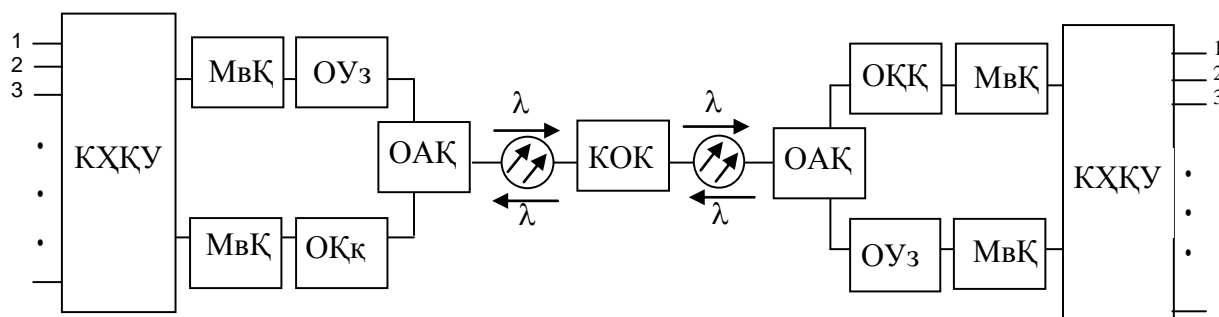


1.2-расм. Икки толали бир полосали бир кабелли ТОАТ схемаси

Ушбу алоқани ташкил этиш схемасининг афзаллиги бу охириги ва оралиқ станцияларнинг узатиш ва қабул қилиш қурилмаларининг бир турдалигидир. Камчилиги эса оптик толанинг ўтказиш қобилиятидан самарали фойдаланиш коэффиценти жуда кичик.

Кабел қурилмаларига кетадиган харажатлар оптик алоқа тизимлари нархининг катта қисмини ташкил этишини, оптик кабел нархи етарли даражада қимматлигини ҳисобга олсак, оптик толадан бир вақтда катта хажмдаги информацияларни узатиш ҳисобига унинг ўтказиш қобилиятидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш масаласи юзага келади. Бунга масалан, битта оптик тола бўйлаб қарама-қарши йўналишдаги сигналларни узатиш ҳисобига эришиш мумкин.

Бир толали бир поласали бир кабелли толали оптик алоқа тизимининг тузилиш схемаси 1.3–расмда кўрсатилган. ОТ ни бир тўлқин узунлигида иккала йўналиш сигналлари учун қўлланилиши бу схеманинг хусусияти ҳисобланади.



1.3-расм. Бир толали бир поласали бир кабелли ТОАТ схемаси

ОАҚ – оптик ажратувчи қурилма, ёруғлик тўлқинларининг қутбланишини ёки оптик нурланишнинг йўналтирилган тўлқинлари турини ажратишни амалга оширади.

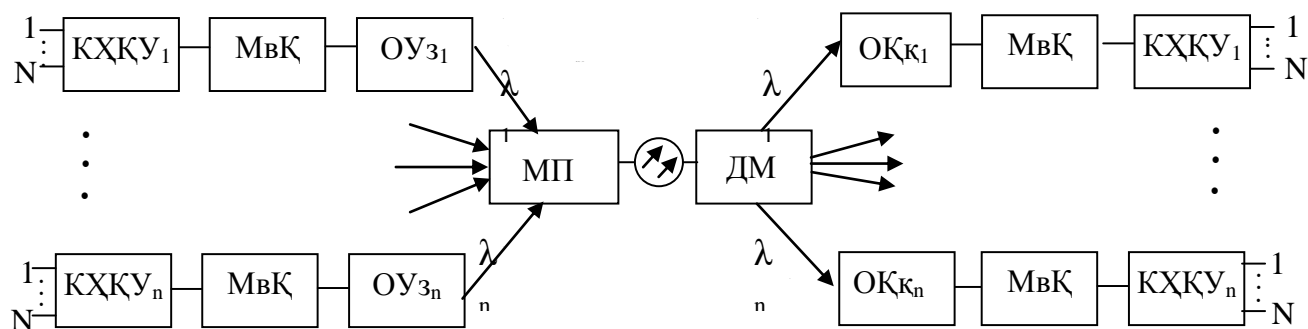
Қарама-қарши икки томонлама сигналларни узатганда оқимлар орасида ўзаро ўтиш шовқинлари ҳосил бўлади. Ўтиш шовқинлари ОТ ва тармоқлагичлардаги тескари сочилишдан, ёруғликни уланган жойлардан ва линия охиридаги ажраладиган улагичлардан қайтиши натижасида вужудга

келади. Шовқин сатҳи ва унинг спектр таркиби узатилаётган сигналнинг узатиш тезлигига, импульс формасига ва линия тракти параметрлари (оптик толанинг сўниши, тўлқин узунлиги, сонли апертура, синдириш кўрсаткичлари)га боғлиқ.

Тўлқин узунлиги 1,55 мкм ва узатиш тезлиги 35 Мбит/с дан юқори бўлса, бир ОТ дан қарама – қарши йўналишли сигналларни узатувчи ТОАТ да ўтиш шовқинлари кам бўлиб, оптимал иш режимига эга бўлади.

Тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган (бир толали кўп поласали бир кабелли) ТОАТ да бир оптик тола бўйлаб бир вақтда тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган бир неча оптик ташувчилар узатилади. Бундай тизимларни тузиш, қўлланиладиган спектр оралиғида оптик кабелнинг сўниш коэффициентини оптик ташувчи частотасига (ёки тўлқин узунлигига) нисбатан кам боғлиқлигига асосланади. Шунинг учун бир оптик тола бўйлаб, ахборотларни узатишнинг натижавий тезлигини ошириб, бир неча кенг оралиқли оптик каналларни ташкил этиш мумкин.

Оптик каналлари тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган ТОАТ нинг тузилиш схемаси 1.4-расмда кўрсатилган.



1.4-расм. Тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган ТОАТнинг тузилиш схемаси

n КХҚУ дан сигналлар n оптик узатгич ОУз га узатилади. ОУз чиқишидаги $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ тўлқин узунликли турли оптик ташувчилар мультиплексор (МП) ёрдамида бир оптик толага киритилади. Қабул қилувчи станцияда демультиплексор (ДМ) ёрдамида $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ тўлқин узунликли турли оптик ташувчилар ажратилади ва оптик қабул қилгич (ОҚк) га

беради. Шу тарзда, бир оптик тола орқали n тўлқин узунлиги бўйича ажратилган оптик каналлар ташкил қилинади, яъни ўтказиш қобилиятидан самарали фойдаланиш коэффициенти бошқа анъанавий тузилган оптик тизимларнинг линия трактига нисбатан n марта ошади.

Оптик ташувчиларни бирлаштириш ва ажратиш учун турли оптик спектрал қурилмалар оптик мультиплексор ва демультимплексорлар қўлланилиши мумкин. Уларнинг иши физик оптиканинг дисперсия, дифракция ва интерференция ходисаларига асосланган. Оптик мультиплексор ва демультимплексорлар оптик призма, кўп қатламли диэлектрик, дифракцион панжара асосида тузилишлари мумкин.

2. Толали оптик узатиш линияларининг заифлиги

Замонавий алоқа тизимлари ва тармоқларига қўйиладиган муҳим талаблардан бири ахборотни узатишнинг яширинлиги ва махфийлигини таъминлаш ҳисобланади. Замонавий телекоммуникация тизимларига қўйиладиган юқори талаблар (ахборотни узатиш юқори тезликда бўлиши, ишончлилик, рухсат этилмаган киришдан ҳимояланганлик), толали оптик алоқа линияларининг (ТОАЛ) шубҳасиз афзаллигини англашга олиб келди.

Махфий ахборотни узатиш учун мўлжалланган ТОАЛ да ахборотни ҳимоя қилишнинг барча мумкин бўлган воситалари ва усулларидан фойдаланган ҳолда ишончли, ҳимояланган инфратузулма шаклланган бўлиши керак. Тармоқ объектлари ва алоқа линияларининг ахборот ҳавфсизлиги қуйидагиларни ўз ичига олади:

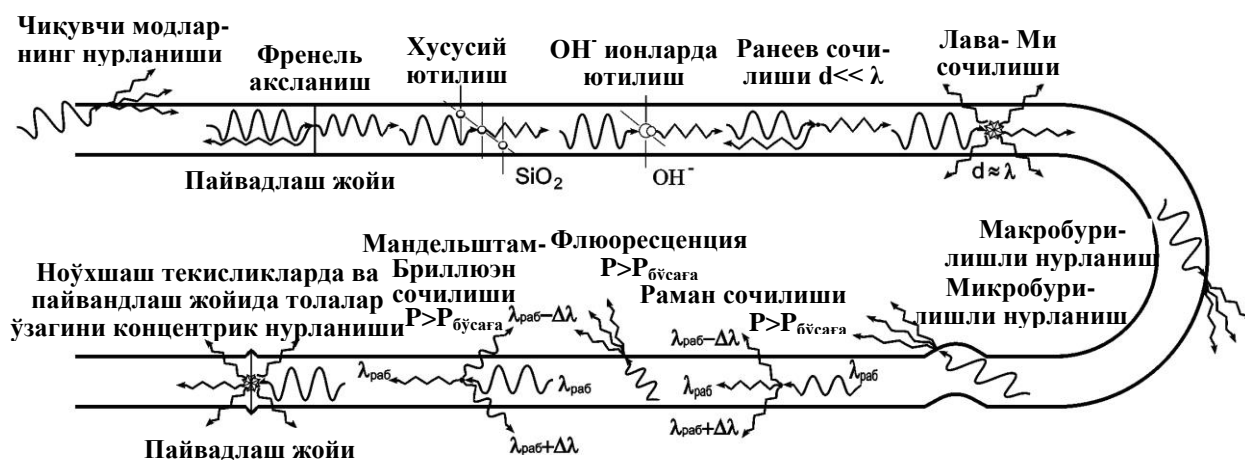
- қоида бузарнинг тасодифий таъсирларидан ҳимояланганлик;
- қоида бузарнинг (бузғунчининг) атайин таъсирларидан ҳимояланганлик;
- ҳавфсизлик таҳдидларидан ҳимояланганлик.

Телекоммуникация тармоғи объектларида циркуляцияланувчи маълумотлар (хабарлар) ва тармоқни бошқариш ахборотлари ҳимояланиши керак.

ТОАЛ бирор бошқа алоқа линияларидан кўра ахборотни рухсат этилмаган киришдан анча юқори даражада ғимояланган бўлиб, бу оптик толада электрмагнит тўлқин тарқалишининг физик принциплари билан боғлиқ. Оптик толада электромагнит нурланиш оптик толага ташқи таъсир бўлмаганда тола чегарасидан ташқарига тўлқин узунлигидан оптик бўлмаган масофага чиқади.

Толали оптик узатиш линияси (ТОУЛ) тушунчаси тўпловчи ҳисобланади. У ўз ичига толали оптик кабелларни, қабул қилгичларини, оптик сигналлар узаткичини, регенераторларни ва бошқа қурилмаларни олади. Компонентлардан ҳар бири у орқали рухсат этилмаган таъсирни ўтказиш манбаи бўлиши мумкин. ТОУЛ бўйича узатиладиган оптик сигнал тўлиқ ички қайтиш қонунига мувофиқ тарқалади, шунинг учун ТОУЛ юқори даражада ғимояланганликка эга. Шу билан бирга оптик тола (ОТ) бутун бир қатор сабабларга кўра вужудга келган сўнишга эга: френель аксланиши, хусусий ютилиш, ОН ионларда ютилиш, микро- ва макро- эгилишларда нурланиш ва бошқ. (1.5 - расм).

Бу ҳолларни ўз мақсадларида фойдаланиб, ёмон ниятли одам узатилаётган ахборотга рухсат этилмаган таъсирларнинг турли хил кўринишларини амалга ошириши мумкин.



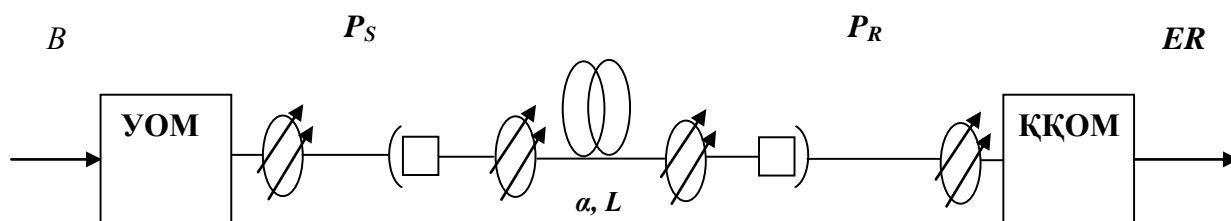
1.5 - расм. Оптик толада нурланиш ва сочилиш

Макроэгилиш ҳисобига йўналтирилувчи модаларнинг оқиб чиқувчига алмаштирилишига эришиш мумкин, бу оптик тола қуввати қисмининг қобик чегарасидан ташқарига чиқишга олиб келади. Шу билан жиноятчи сигналга рухсат этилмаган киришга эга бўлади. Бундай ташқари, ОТ ларнинг ўзаро ёки оптик тармоқланиш билан туташиб жойида оқиб чиқувчи модалардан фойдаланиш хавфи бор. Бу ТОАЛ учун қувватнинг шундай танланиши модаларнинг "табiiй" оқиб чиқиши натижасида сезилмаслигига асосланган.

Микро эгилишни яратиш учун ОТ қобиғига фотодетектирловчи элементларнинг жорий қилиниши ёки ОВ га механик ва термик усулларнинг таъсиридан фойдаланиш ОТ дан қувватнинг бир қисми тармоқланишига олиб келади.

Оптик толада электромагнит энергиянинг тарқалиши хусусиятларига кўра ТОАЛ юқори даражада яширинчаликка эга. Бунинг сабаби шундаки, ахборот ташувчи бўлиб ҳисобланган оптик нурланиш ОТ да тўлиқ ички қайтиши қонунига мувофиқ тарқалади, ОТ дан ташқарида эса электромагнит нурланиш экспоненциал равишда пасаяди. Электромагнит нурланишнинг оқиб чиқиши ва ахборотнинг рухсат этилмаган олинадиган қисмлари нисбатан кам сонли, "классик" радиотехник усуллари билан (қабул қилувчи аппаратура, регенерацион пунктлар) ўрганилган локаллаштирилган. Шу сабабга кўра бу қисмлар назорат остига нисбатан осонгина олинishi мумкин.

ТОУЛ ни ва унинг асосий параметрларини кўриб чиқамиз (1.6 - расм).



1.6 - расм ТОУЛ нинг тузилмавий схемаси

ТОУЛ таркибига қуйидагилар киради: чиқиш қуввати P_s бўлган оптик қувват узаткичи (ОҚУ), P_R кириш оптик қувватда хатолик коэффиценти (ХК) берилган оптик сигнални қабул қилишни ва алмаштиришни таъминловчи оптик қувват қабул қилгичи (ОҚҚ) ва L узунликка ва α сўнишга эга бўлган толали оптик кабель. Қабулқилгич – узатувчи жуфтлик (ОҚУ-ОҚҚ) E энергетик потенциалга эга бўлиб, у ОҚУ нинг қувватига, шовкиннинг спектрал зичлигига, ОҚҚ нинг сезгирлигига ва узатиш тезлиги V га боғлиқ. Берилган E энергетик потенциал толали оптик тракт L узунлигини чеклайди, унинг сўниши (эксплуатацион захирани ҳисобга олган ҳолда) E энергетик потенциалдан ошмаслиги керак.

Тўлиқ ички акслантиришнинг қуйидаги қоида бузилишлари мумкин:

1. Тушиш бурчагини ўзгартириш. Тушиш бурчагини тўлиқ ички қайтиш кузатила бошлаганда чегаравий тушиш бурчагининг кичик қийматигача камайтириш учун ташқи таъсирдан фойдаланиш.

2. Қобик синдириш кўрсаткичининг оптик тола ўзагининг синдириш кўрсаткичига нисбатининг ўзгариши. Тўлиқ ички қайтиш бурчагини оптик толада катта ўзига хос тушиш бурчаглари қийматларигача катталаштириш учун ташқи таъсирдан фойдаланиш.

3. Оптик туннеллаш. Оптик тунеллаш нурланишнинг синдириш кўрсаткичи тўлиқ ички қайтиш бурчагидан катта бўлган тушиш бурчакларида ўзиникидан кичик синдириш кўрсаткичида оптик толанинг қобиғи орқали ўтишдан иборат.

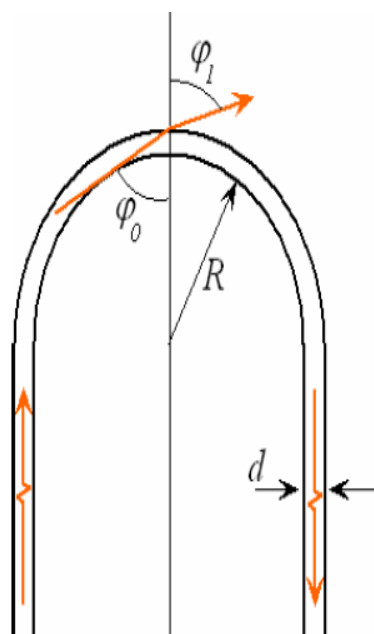
ОТ дан сигналларнинг сирқиши каналларининг шакллантирилишини кўриб чиқамиз.

А) Оптик тола шакллариининг ўзгартиришларида сирқиш каналларининг шаклланиши [13].

Тушиш бурчагининг ўзгартирилишига оптик толага механик таъсир йўли билан, масалан, уни букиш билан эришилиши мумкин. Оптик тўлиқ букилганда ўзак-қобик чегарасида электромагнит тўлқиннинг тушиш бурчаги ўзгаради. Тушиш бурчаги чегаравий бурчакдан кичик бўлиб қолади,

бу эса электромагнит нурланишнинг бир қисми оптик тўлқиндан чиқиб кетганини англатади (1.7 - расм).

Оптик толанинг букилиши букилиш жойида кучли четки нурланишга олиб келади, бу локаллаштирилган соҳада ахборотни рухсат этилмаган ҳолда олиб қўйишга имконият яратади.



1.7-расм. Ўзагининг диаметри d бўлган оптик толани R радиусли букишда сирқиш каналининг шаклланиш, φ_0 -тушиш бурчаги, φ_1 -синиш бурчаги

Тўлиқ ички қайтишнинг бузилиши билан боғлиқ ўзагининг диаметри d бўлган ёруғлик элтгичнинг букилиш нуқтасида қўшимча нурланиш кузатиладиган максимал букилиш радиуси R ни баҳолаймиз. Максимал радиус ушбу ифода билан аниқланади

$$R \leq d \frac{n_2}{n_1 - n_2}, \quad (1.1)$$

бунда n_1 , n_2 – мос равишда оптик тола ўзагининг ва қобиғининг синиш кўрсаткичлари.

Букилиш нуқтасида ОТ дан чиқаётган электромагнит тўлқин интенсивлиги мос равишда p - ва s - кутбланишлар учун френель формулалари бўйича аниқланади:

$$I_p = I_0 \frac{\sin^2 \alpha_p \sin^2 \beta_p}{\sin^2(\alpha_p + \beta_p)} \quad (1.2)$$

$$I_s = I_0 \frac{\sin^2 \alpha_s \sin^2 \beta_s}{\sin^2(\alpha_s + \beta_s)} \quad (1.3)$$

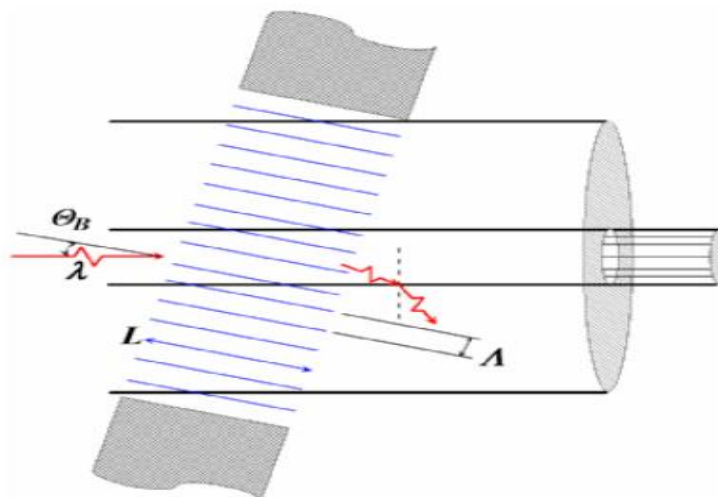
Бу ерда I_0 - тушаётган нурланишнинг интенсивлиги, ва I_p , I_s лар p - ва s - кутбланишлар учун ўтиб кетган нурланиш интенсивликлари. Ўзагининг диаметри $d=50$ мкм ва оптик қобиғининг диаметри $D=125$ мкм ($n_1=1,481$, $n_2=1,476$), бўлган кўп модали тола учун букилиш радиусини баҳолашнинг кўрсатишича, $R \leq 3,5$ см бўлганда букилиш нуқтасида нурланишнинг кучли ўтиши кузатила бошлайди (ОТ даги асосий ёруғлик оқими интенсивлигининг 80% гача қиймати). Шунни айтиб ўтиш керакли, букилишни баҳолашда ёруғлик оқимининг шакли, синдирувчи сиртнинг цилиндрик шакли ва оптик толанинг синиш кўрсаткичини ўзгартирувчи бошқа эффектлар, масалан, фотоэластик эффект ҳисобга олинмади. Уларнинг ҳиссаси анча кичик.

Механик таъсирда тўлиқ ички қайтишнинг бузилиши фақат ОТ нинг букилишидагина эмас, балки оптик толага маҳаллий босим берилганда ҳам мумкиндир, бу ҳал деформация нуқтасида назорат қилиб бўлмайдиган сочилишни (букилишдан фарқли ҳолда) вужудга келтиради.

Б) Синдириш кўрсаткичлари нисбатларининг ўзгариши натижасида вужудга келадиган ташқи таъсирдан сирқиш каналларининг шаклланиши. Тушиш бурчагини механик таъсирда фақат оптик тола шаклини ўзгартириш билангина эмас, балки оптик толага акустик таъсир кўрсатиш билан ўзгартириш мумкин. ОТ нинг ўзагида синдириш кўрсаткичини даврий ўзгартирувчи дифракцион панжара яратилади, у товуш тулқинининг таъсирида вужудга келган. Электромагнит тўлқин ўзининг дастлабки йўналишидан оғади ва унинг бир қисми тарқалиш канали чегарасидан ташқарига чиқади. Кўйилган масалани ечиш мумкин бўладиган физик ҳодиса юқори частотали товушдаги ($f > 10$ МГц) Брэгг дифракцияси ҳисобланади, унинг L тўлқин узунлиги қуйидаги шартни қаноатлантиради

$$(\lambda L / \Lambda^2) > 1, \quad (1.4)$$

бу ерда λ - электромагнит нурланишнинг тўлқин узунлиги, L -товуш тўлқинининг тарқалиш соҳасининг кенглиги. Эластик тўлқин вужудга келтирадиган деформациялар дифракцион панжара бўлиб ҳисобланувчи ёруғлик учун ОТ ичида синдириш кўрсаткичининг даврий ўзгаришини шакллантиради (1.8-расм).



1.8-расм. Оптик тола ўзагида дифракцион панжаранинг товуш билан шакллантирилиши

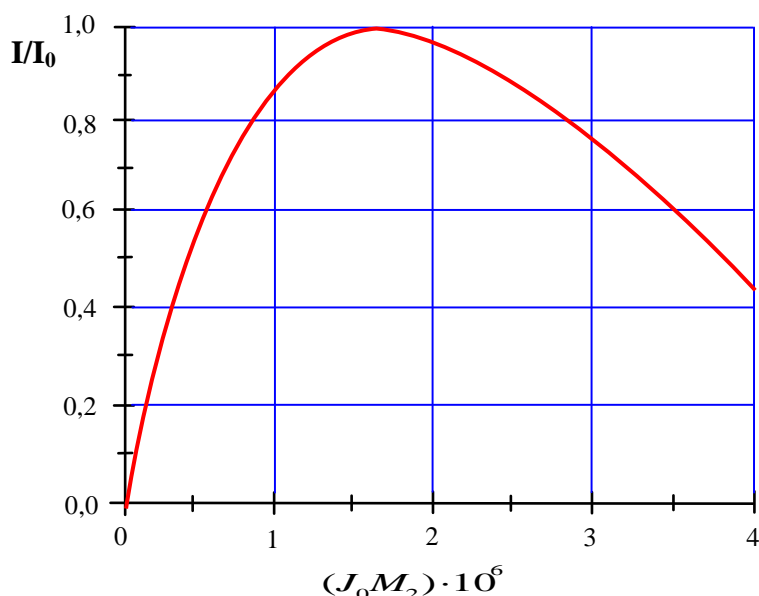
Ягона кузатиладиган дифракцион максимумнинг максимал оғиши иккита Брэгг бурчагига тенг ($2 \theta_B$). Оған электромагнит тўлқиннинг частотаси асосий ахборот оқими частотасига тенг. Дифракцион максимумнинг интенсивлиги қуйидаги формула билан аниқланиши мумкин

$$I = I_0 \sin^2 \frac{\pi}{2} \sqrt{J_0 M_2} \frac{L}{\lambda} \quad (1.5)$$

бу ерда J_0 – товуш тўлқинининг интенсивлиги, $M_2 = 1,51 \cdot 10^{-15}$ сек³/кг – кварцнинг акустооптик сифати.

Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, параметрлари $(d/D) = (50/125)$ бўлган кўп модали ОТ учун товуш тўлқини узунлиги $\Lambda = 10 \text{ мкм}$ ва ўзаро таъсирлашув узунлиги $L = 10^{-3} \text{ м}$ бўлганда дастлабки тарқалиш йўналишидан максимал оғиш бурчаги 5 градусни ташкил этади. Биринчи дифракцион максимумнинг товуш тўлқини интенсивлигига боғлиқлиги графиги 1.9-

расмда келтирилган. Графикдан кўринишича, товуш тўлкинларининг ҳатто унча юқори бўлмаган интенсивликларида ҳам чиқарилаётган электромагнит нурланиш уни замонавий фотокабулқилгичлар билан қайд этиш учун етарлича каттадир. Товушнинг қайд этилган интенсивлигида L товуш чиқариш соҳасини ўзгартириш йўли билан дифракцион максимумда интенсивликнинг максимал қийматига эришиш мумкин, бу билан сирқиш каналига йўналтириладиган ёруғлик интенсивлигини ошириш мумкин.



1.9-расм. Дифракцион максимум интенсивлигининг товуш тўлкини интенсивлигига боғлиқлиги

Қобикнинг синдириш кўрсаткичининг OT ўзагининг синдириш кўрсаткичига нисбати (n_1/n_2) ни ўзгартирувчи бошқа ташқи таъсир OT нинг шаклини ўзгартирмасдан механик таъсир, яъни чўзилиш ҳисобланади.

Оптик толани чўзишда оптик толанинг ўзаги ва қобигининг синдириш кўрсаткичларининг Δn_1 ва Δn_2 га ўзгариши юз беради. Бунда тўлиқ ички қайтиш бурчагининг қиймати φ_r дан φ_r гача ортади.

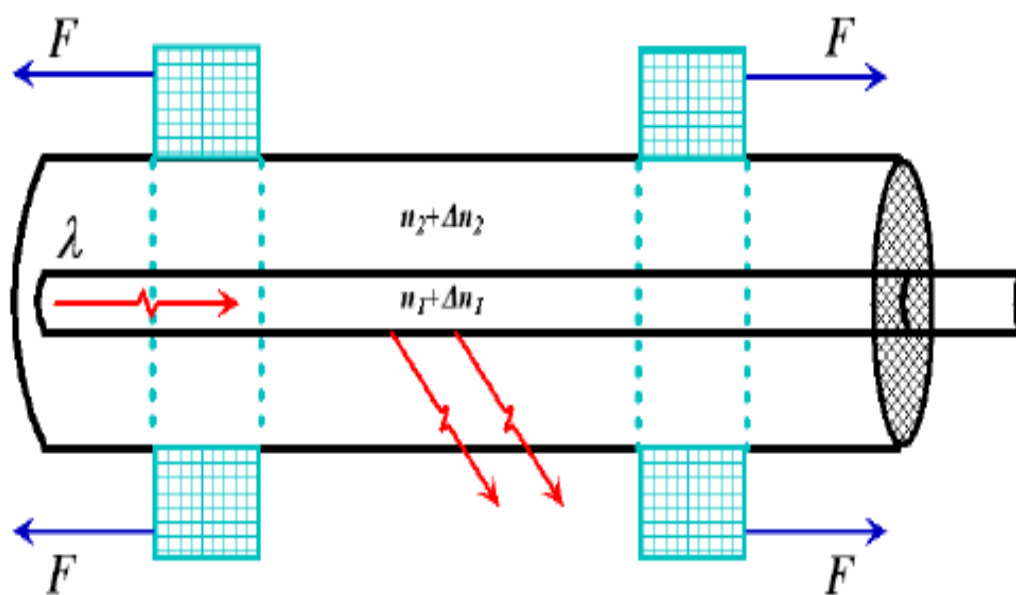
Бурчакларнинг қийматлари қуйидаги ифода билан боғланган

$$\sin \varphi_1 \frac{\Delta n_1}{n_1} + \sin \varphi_2 \frac{\Delta n_2}{n_2} \quad (1.6)$$

$(\Delta n/n)$ нисбат учун ифода фотоэластик эффект билан аниқланади, шунинг учун

$$\frac{\Delta n}{n} = -\frac{1}{2} n^2 p \epsilon, \quad (1.7)$$

Бу ерда, p , ϵ – фотоэластиклик ва деформация тензорларининг эффектив ташкил этувчилари, бу оптик толанинг чўзилишда хосил бўладиган анизотропияси билан боғлиқ. Эритилган кварц катта кучланишларга (идеал ҳолатда 10^6 Па гача) бардош беришини ҳисобга олиб, ОТ га катта механик кучланишларни қўйиб, чегаравий бурчакни $\varphi'_r - \varphi_r \approx 2 \cdot 10^{-6} \sin \varphi_r$ катталиқка ўзгартиришга эришиш мумкин, бу катталик асосий ахборот оқими интенсивлигининг бир қисмини оптик тола ташқариисига чиқариши учун етарли бўлиши мумкин (1.10-расм).



1.10-расм. Ташқи F куч таъсир қилганда оптик толани чўзиш билан сирқиш канални шакллантириш

Қобикнинг синдириш кўрсаткичининг ОТ ўзаги синдириш кўрсаткичига нисбатининг ўзгаришини механик кучланиш йўли билан вужудга келтирувчи усулларга, шунингдек оптик толани бураш ҳам қиради.

(n_2/n_1) нисбат ўзгаришининг контактсиз усулларига барқарор электр майдонларнинг таъсирини киритиш мумкин, улар ўзак ва қобикнинг синдириш кўрсаткичини Δn_1 ва Δn_2 га ўзгартиради. $(\Delta n/n)$ нисбат учун ифода тескари пьезоэлектрик эффект учун ва фотоэластиклик тенгламадан аниқланади:

$$\frac{\Delta n}{n} = -\frac{1}{2} n^2 p E \quad (1.8)$$

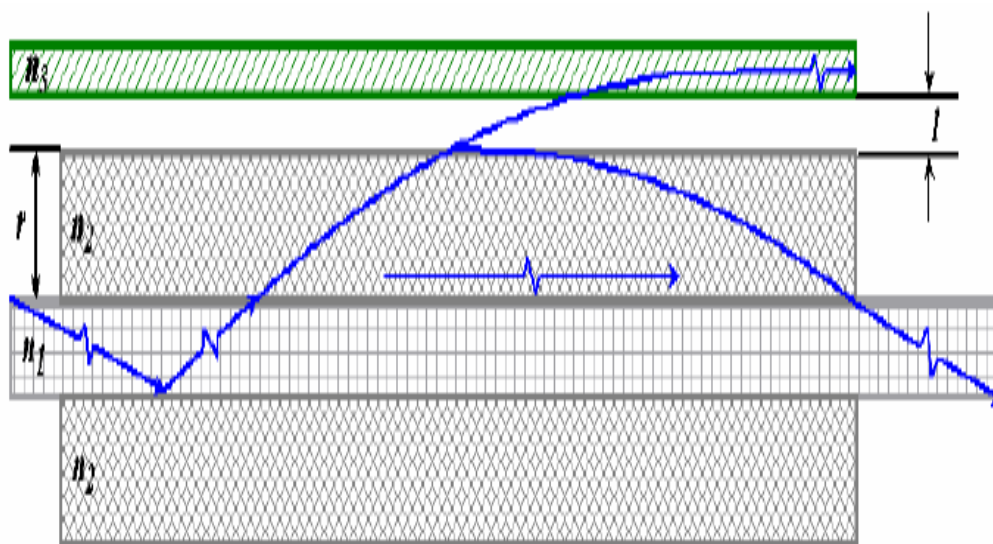
бу ерда b -пьезоэлектрик эффект модули; E -электр майдон кучланганлиги. Агар баҳолаш учун идеал эритилган кварцни тешиши учун электр майдон кучланганлиги (10^8 В/м) қийматини қабул қилсак, тўлиқ ички қайтишнинг янги бурчаги ($\Delta n_1 > 0$ ва $\Delta n_2 > 0$), у ҳолда барқарор электр майдон таъсири билан чегаравий бурчакни $\phi \rightarrow \phi \approx 21,0 \text{ si} \phi$ катталиққа ўзгаришига эришиши мумкин.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, механик кучланишлар билан электр майдон билан ҳам вужудга келтириладиган чегаравий бурчак қийматларининг ўзгаришлари жуда кам бўлишига қарамай, бошқа усуллар билан бирга мажмуавий таъсир кўрсатиш сирқиш канали шаклланишининг самарали услубига олиб келиши мумкин. Юқорида кўриб чиқилган услублар битта камчиликка эга бўлиб, у бу услублар асосида яратилган сирқиш каналларини осон қайд этишга имкон беради. Бу сирқиш каналларининг жойларида ёруғликнинг жуда катта тескари сочилиши билан белгиланади. Тескари сочилган ёруғлик рефлектометрияси ёрдамида бундай уланишлар юқори даражада фазовий ва вақтли ажратиш билан осон аниқланади.

В) Сирқиш каналларини оптик туннеллаш услуби билан шакллантириш.

Қўшимча йўқотишларни ва тескари сочилишни киритмасдан, қўшимча ОТ билан ахборот оптик толанинг ўзаги чегарасидан ташқарига чиқувчи электромагнит нурланишнинг бир қисмини қамраб олишга имкон берувчи усул оптик туннеллаш ҳисобланади [18,19]. Оптик туннеллаш ходисаси оптик нурланишнинг синдириш кўрсаткичи n_1 бўлган мухитда, синдириш

кўрсатгичи n_1 дан кичик бўлган n_2 қатлам орқали тушиш бурчаги тўлиқ ички қайтиш бурчагидан катта бурчакларда n_3 синдириш кўрсатгичли муҳитга ўтишдан иборатдир. Интеграл ва толали оптикада оптик туннеллаш қонун-қоидалари асосида оптик тармоқлагич, оптофонлар, физик катталикларнинг толали оптик датчиклари яратилади.



1.11-расм. Оптик туннеллаштириш билан сирқиш каналини шакллантириш n_1 , n_2 -оптик толанинг ўзаги ва қобиғининг синдириш кўрсатгичлари, n_3 – кўшимча оптотоланинг синдириш кўрсатгичи.

Оптик толада ёруғлик тармоқланганда ёруғлик оқимининг бир қисми ОТ ўзагини чегарасидан ташқариги чиқади. ОТ ўзагидан қобиғига $r=(D-d)/2$ масофага чиққан нурланишнинг интенсивлиги ўзак-қобик чегарасида ϕ тушиш бурчагига боғлиқ ҳолда қуйидаги ифода билан аниқланади

$$H_0 \approx \frac{4\pi r^2 \sin^2 \phi}{\lambda^2} \quad (1.9)$$

Бу шунга олиб келадики, оптик толани тайёрлашда қобик анча катта қисмни эгаллайди. Бунда бир модалли толада қобик кўп модалига қараганда анча катта хажмни эгаллайди. Бу ёруғликнинг ўзакдан қобикқа сингиб ўтишининг келтирилган формуласидан келиб чиқади.

ϕ - тушиш бурчагининг тўлиқ қайтиш ϕ_r бурчагига яқинлашганда экспонента даражасининг кўрсатгичи нол қийматга интилади, Ёруғлик толанинг бутун тузилиши бўйлаб, ўзаги ва қобиғи бўйича тарқалади. Бу ҳол

интенсивликнинг бир қисми асосий ОТ дан қўшимча ОТ га ўтиши мумкинлигига олиб келади . Қўшимча тўлқин элтувчи (ташувчи) га ўтувчи нурланишнинг интенсивлиги қуйидаги ифода билан аниқланади

$$I = I_0 \sin^2(k \cdot S), \quad (1.10)$$

бунда k - оптик толаларнинг алоқа коэффиценти, S - иккита тола оптик контакти узунлиги.

Алоқа коэффицентининг максимум қийматига қобиқ ва қўшимча ОТ орасидаги масофа 0 га тенг бўлганда ва қўшимча толанинг синдириш кўрсаткичи $n_3 = n_1$, бўлганда эришилади. Ифодадан кўринадики, нурланиш асосий оптик толадан қўшимча ОТ га оптик кантакт узунлигининг маълум бир $S = \pi/2k$ қийматида ўтади. Оптик контактнинг узунлиги янада орттирилганда тескари жараён юз беради. Шундай қилиб, нурланиш даврий равишда бир ОТдан бошқасига ўтади, бунда ютилишга, сочилишга йўқотишлар ўзгартирилмайди.

Оптик туннеллашнинг ўзига хос хусусиятлари тескари сочилган нурланишнинг йўқлигидир, бу алоқа каналига рухсат этилмаган киришни аниқлашни қийинлаштиради. Ахборот олишнинг бу услуби энг яшириндир.

3. Рухсат этилмаган таъсирларнинг турлари

Жиноятчининг барча рухсат этилмаган таъсирларини олтига соха билан ифодалаш мумкин бўлиб, уларнинг хар бирини қуйдаги мақсадлар фарк қилади [15,17] :

- а) трафик тахлили;
- б) яширинча эшитиб туриш;
- с) ахборотни атайин тутиб туриш;
- д) хизмат кўрсатишдан воз кечиш;
- е) QoS хизмат кўрсатиш сифати тавсифларининг ўзгариши;
- ф) Спуфинг, яъин жиноятчининг ахборотнинг бошқа шахс номидан тармоққа узатиш.

Рухсат этилмаган таъсирлар рўйхатини кенгайтириш мумкин, лекин улар тармоқ протоколларига, бошқариш тизимларига тегишли бўлади, бунда бизни оптик телекоммуникация тармоқлари инфратузилмаси билан боғлиқ, рухсат этилмаган таъсирлар қизиқтиради.

Оптик телекоммуникация тармоқларида рухсат этилмаган таъсирларни амалга ошириш услубларини қараб чиқамиз.

Жинойтчи тамонидан рухсат этилмаган таъсирларни амалга оширишнинг бир қанча усуллари мавжуд: оптик сигнал қувватининг бир қисмини олиб ташлаш, ахборот сигналларига жинойтчининг улар унинг спектрига кирувчи сигналлари ёрдамида, шунингдек ахборот сигналлари спектрига кирмаган сигналлари ёрдамида, таъсир кўрсатиш.

Таҳлил қилиш учун химоя қилишнинг айнан ана шу усуллари танлаб олинган, чунки улар анча оддий равишда амалаг оширилиши мумкин ва уларни бошқа турдаги тармоқлардаги рухсат этилмаган таъсирларнинг бошқа кўринишлари билан таққослаганда бошқа оқибатларни келтириб чиқаради. Таъсирларнинг мазкур турлари бозорда мавжуд технологиялар ҳисобиги осон амалга оширилади, бу ҳол тармоқнинг хавфсизлигини хавф остига қўйади.

Оптик телекоммуникация тармоқлари таркибига кирувчи компонентларнинг ҳар бири у орқали рухсат этилмаган таъсирни ўтказиш манбаи бўлиши мумкин.

а) “Яширинча эштиб туриш”.

Яширинча эштиб туриш жинойтчи тамонидан ОТ ёки оптик тармоқлантиргич орқали узатилаётган оптик сигналнинг оптик қувватининг қисмини тармоқлантириш йўли билан амалга оширилиши мумкин. Таъсир кўрсатишнинг мазкур турини икки усулда қўлланиш мумкин: узилишли ёки узилишсиз. Узилишли усул ҳолида оптик тола узилади ва унга оптик тармоқлантиргич уланади. Бу усулнинг мукамал эмаслиги тармоқлантиргични уланиш вақти давомида катта сўниш киритилади ва алоқа муқаррар узилади, бу жуда осон аниқланиши мумкин. Узилишсиз усул ҳолида оптик қувватнинг қисмини оптик тола букилган жойда олиш мумкин.

б) “Хизматнинг бузилиши”.

Рухсат этилмаган таъсирнинг иккинчи тури – “Хизматнинг бузилиши” абонент тамонидаги оптик тола ёки қабул қилувчи узатувчи қурилма орқали ёки оптик тармоқлантиргич орқали амалга оширилиши мумкин. Мазкур ҳолда жинойтчи оптик толага сигнални киритади, бунинг натижасида хизмат кўрсатиш тавсифлари ёмонлашади ёки бузилади. Оптик муҳитга уланишнинг техник воситалари турли хил бўлади: жинойтчи лазер нурланишининг кучли манбаидан ва оптик тола букилишининг кичик радиусидан фойдаланиши мумкин, бу фойдали сигналга унинг қувватини кучли даражада ўзгартириш ҳисобига эмас, балки жинойтчи сигналининг фойдали сигналга таъсир кўрсатиши ҳисобига таъсир кўрсатиш имконини беради [12].

Шу муносабат билан толали оптик линияни маҳаллий (локал) ва тақсимланган участкаларга ажратиш мумкин. Ўз ичига модуляторларни, оптик узатгич ва қабул қилгичларни, регенераторларини олган маҳаллий учаскалар улар жойлашувини маҳаллийлашган соҳаси бўлгани учун рухсат этилмаган ахборотни олиб қўйишлардан анча кўпроқ ҳимояланган.

Тақсимланган участкалар (толали оптик узатиш линиялари) энг катта узоқликка эга ва мос равишда рухсат этилмаган ахборотни олиб қўйишдан энг кам ҳимояланган. Ахборот узатишнинг бошқа барча муҳитларида фарқли равишда ТООЛ участкаларида сирқиш каналларининг шаклланиши учун, одатда, ОТ га бевосита кириш ва нурланишнинг маълум бир қисмини ОТ дан олишга ёки нурланишнинг ўтишини қайд қилишнинг маҳсус чораларини талаб этилди.

Шундай қилиб ТООЛ да сирқиш каналлари шаклланишнинг асосий физик принципларини қуйидаги турларга ажратиш мумкин:

1. Тўлиқ ички қайтишнинг бузилиши.
2. Асосий ахборот оқими ва камбинацион частоталарнинг тўлқин узунликларида сочилган нурланишни қайд этиш.
3. Ўтувчи нурланишни қайд этишнинг параметрик услублари.

II-БОБ. ОПТИК АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИДА АХБОРОТНИ РУХСАТ ЭТИЛМАГАН ТАЪСИРИДАН САМАРАЛИ ҶИМОЯЛОВЧИ УСУЛЛАР ВА ВОСИТАЛАР

1. Оптик тизимлар ва алоқа тармоқларининг ахборот хавфсизлиги

Алоқа тармоғи, хизматлардан фойдаланувчиларнинг эҳтиёжларини каноатлантириб, глобал характерга эга бўлади, иктисодиётнинг барча секторларида уларни жаҳон миқёсида бирлаштириб, унумдорлигини ўсишига ёрдам беради. Телекоммуникация инфратузилмасининг юқори самарадорлиги бир қатор стандартлар, ўлчовларнинг мавжудлигига асосланган бўлиб, уларнинг хавфсиз ишлашини таъминлашга қаратилган. Бироқ стандартлар тармоқнинг эҳтиёжларига жавоб берса ҳам, очик интерфейслар ва протоколлар қўлланилишининг ортиб бораётган миқёслари, иловалар ва платформаларнинг жуда ҳам хилма-хиллиги, шунингдек хар доим ҳам кераклича синовдан ўтмаган маҳсулотларнинг хилма-хиллиги алоқа воситалари ва тармоқларидан ёмон ниятда фойдаланиш эҳтимоллини оширади. Кейинги йилларда барча глобал алоқа тармоқларида хавфсизликнинг бузилиш ҳоллари (вируслар ва сақланаётган маълумотларнинг сир тутилиши каби) кескин ошиб бораётгани кузатилмоқда. Шунинг учун узатилаётган ахборотга хавф етказмасдан туриб, очик алоқа инфратузилмасини қандай қилиб қўллаб-қувватлаш тўғрисидаги масала муҳим бўлиб бормоқда. Алоқа инфратузилмасининг барча элементларида – алоқа линияси, узатиш ва коммутация тизимлари, протоколлар ва иловаларни деталлаштириш, **ОКС №7** сигнализациясидан тортиб то тармоқларни бошқариш жараёнигача хавфсизликка таҳдидлар билан курашишга йўналтирилган, ишлаб чиқилган, ишлаб чиқиляётган стандартлар, ўлчовлар ва тадбирлар бу саволга тўлиқ жавоб беради. Шундай қилиб, хавфсизликни таъминлаш, яхши ўйлаб қилинган жараён сингари, бошидан бошлаб ҳал этилиши керак: тизимни режалаштиришдан ва лойиҳалашдан, уни амалга оширишдан тортиб, то бу тизимни ишга тушириш, фойдаланиш ва қўлланишгача.

ХЭИ-Т Х.805 тавсияларида [22], тармоқ иловаларида учлараро хавфсизлик муаммосини ҳал қилиш учун ишлаб чиқилган архитектура элементлари ва хавфсизликнинг саккизта параметрларининг шарҳи – махфийлик, маълумотларнинг яширинлиги, аутентификация, яхлитлик, муаллифликни қайд этиш, киришни бошқариш, алоқанинг хавфсизлиги ва тайёрлик келтирилган. Хавфсизлик қатламлари, хавфсизлик тикисликлари ва ҳар қандай қатламнинг ҳар қандай текислик билан комбинациясида қўлланиладиган параметрлар асосий элементлар ҳисобланади.

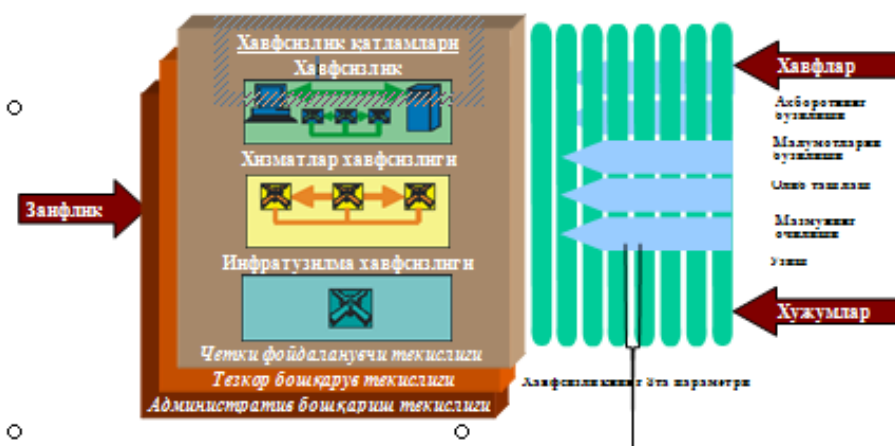
Хавфсизлик қатламлари бевосита тармоқни ташкил этувчи тармоқ элементлари ва тизимларига нисбатан қўлланиладиган талабларни бажариш билан боғлиқ. Талабларни қатламлар бўйича тақсимлашда ҳар бир қатламнинг хавфсизлигини таъминлаш ҳисобига учлараро хавфсизликка эришиш мақсадида иерархик ёндашув қўлланилади. Учта қатлам қуйидагилардир: инфратузилма қатлами, хизматлар қатлами ва иловалар қатлами. Ҳар бир қатламнинг заифлик даражаси турлича ва бинобарин, қарши таъсир чоралари ҳар бир қатлам бажарадиган масалалардан келиб чиққани ҳолда аниқланиши керак. Инфратузилма қатлами, узатишнинг тармоқ воситаларини, шунингдек тармоқнинг алоҳида элементларини ташкил этади. Элементлар инфратузилмаси қатламига тегишли мисоллар тариқасида толали оптик алоқа линиялари, узатиш тизимлари, маршрутизаторлар, коммуникацион тизимлар ва серверлар, шунингдек алоқа каналлари хизмат қилиши мумкин. Хизматлар қатлами, тармоқ хизматлари истеъмолчиларига тавсия этиладиган хавфсизликни белгилайди. Улар кенг диапазонни ташкил этади-базавий уланиш хизматларидан тортиб (ажратилган линиялар хизматлари каби), то қўшимча сервергача, масалан, ахборотни бир онда алмаштириш. Иловалар қатлами истеъмолчилар фойдаланадиган тармоқ иловаларига қўйилган талабларнинг бажарилишини таъминлайди. Иловалар электрон почта каби содда, ёки гуруҳий визуаллаштириш каби мураккаб бўлиши мумкин, унда нефтни излаш

ишларини олиб бориш ёки автомобилларни лойиҳалаш учун видео ахборотни ўта юқори унумли узаткичлардан фойдаланилади ва ҳ. к.

Тузулманинг иккинчи ташкил этувчиси, тармоқ муҳитида амалга ошириладиган фаолиятнинг хавфсизлигининг уҳта текислиги аниқланади, улар тармоқ муҳитида бўлиши мумкин бўлган, ҳимояланган фаолиятнинг уч турини акс эттиради. Қуйидагилар хавфсизлик текисликлари бўлади:

- маъмурий бошқарув текислиги;
- тезкор бошқарув текислиги;
- четки фойдаланувчи текислиги.

Маъмурий бошқарув текислиги фойдаланиш, маъмурлаштириш, техник хизмат кўрсатиш ва фойдаланувчини ёки тармоқни таъминлаш ва ҳ.к. билан боғлиқ.



1.12 – расм. ХЭИ-Т Х.805 Тавсияларига мувофиқ, хавфсизлик архитектураси элементлари

Тезкор бошқарув текислиги тармоқда фойдаланиладиган технология ва узатиш муҳитига боғлиқ бўлмаган ҳолда тармоқ бўйича учлараро алоқани созлаш (модификациялаш) учун сигнализация масалалари билан боғлиқ.

Четки фойдаланувчи текислиги кириш ва тармоқдан истеъмолчилар фойдаланилиши хавфсизлигини таъминлайди. Бу текислик шунингдек четки фойдаланувчининг маълумотлари оқимларини ҳимоялаш учун ҳам хизмат қилади.

1.12-расмда хавфсизлик архитектурасининг текисликлари ва параметрлари кўрсатилган.

Хавфсизлик параметрларини кўриб чиқамиз.

Яширинлик тушунчаси хавфсизликни таъминлашнинг асосий сабабли омили ҳисобланади. Яширинлик деганда одатда хусусий шахснинг унга тегишли бўлган ахборотдан қайсиниси тўпланиши ва сақлаб қўйилиши мумкин бўлганига ҳуқуқи, шунингдек бу ахборотнинг мазмунини ким томонидан ва кимга очилиши мумкинлиги тушунилади. Кенг маънода яширинлик, шунингдек маълум бир техник воситалар (масалан, криптография каби) билан боғланиб, улар бу ахборотни очиш учун рухсат этилмаган шахслар томонидан очишнинг мумкин эмаслигини таъминлаб, у очиш учун аниқ рухсати бўлганларгагина кириши мумкинлигини кўрсатади.

ХЭИ-Т Х.805 тавсияларида яширинлик деганда фойдаланувчиларнинг идентификацион ахборотининг ассоциациясини ва улар бажарадиган амалларни ҳимоя қилиш тушунилади (онлайн режимда харидлар қилишни амалга оширишнинг қабул қилинган тартиби, интернетнинг кириладиган сайтлари ва ҳ.к.). Махфийлик деганда маълумотлар мазмунига рухсат этилмаган ҳолда киришдан ҳимоя қилиш тушунилади. Маълумотларнинг махфийлигини таъминлаш учун, одатда, шифрлаш услубларидан, киришни бошқариш ва файлга кириш ҳуқуқидан фойдаланилади.

Аутентификация деб, мазкур объектнинг тақдим этилган идентификацион ахбороти аниқ эканининг исботини таъминлашга айтилади. Объект деганда-фойдаланувчилар, қурилмалар, хизматлари ва иловалар тушунилади. Аутентификациянинг икки тури мавжуд: маълумотлар манбаи аутентификацияси (яъни ассоциацияда алоқа ўрнатиш билан сўралган аутентификация) ва тенг кучли объектнинг аутентификацияси (яъни алоқа ўрнатмасдан ассоциацияда аутентификация).

Аутентификация одатда идентификациядан кейин келади.

Идентификациялаш аутентификациялаш ва авторизациялаш учун фойдаланиладиган ахборотни химоя қилишни алоқа тармоғи амалга ошириш керак.

Маълумотларнинг бутунлиги-бу рухсат этилмаган йўллар билан маълумотларнинг ўзгартирилмаганлиги кўрсаткичидир. Янада кенг маънода маълумотларнинг бутунлиги шунингдек, ахборот ўзгартитиш, олиб ташлаш, яратиш, такрорлаш учун рухсат этилмаган киришни кафолатлайди, шунингдек, бундай рухсат этилмаган харакатларни амалга оширишга уринишларни индикациялашни таъминлайди.

Муаллифликни қайд этиш – бу фойдаланувчининг ўзи бажарган харакатларни тан олишдан воз кечишининг олдини олиш қобилиятидир. Қуйдагилар ана шундай харакатлар ҳисобланади: контентни яратиш, узатиш, қабул қилиш ва етказиб бериш, масалан, хабарларни жўнатиш, чақиришларни ўрнатиш ёки қабул қилиш; аудио ва видео конференцияларда иштироқ этиш ва ҳ.к.

Муаллифликни қайд этишни таъминлашга талаблар жўнатувчининг адресат томонидан хабарни олганлигини қонуний хабар қилишдан ёки инкор қилишдан воз кечишга йўл қўймаслик учун маълумотларни жўнатиш ва/ёки қабул қилинганлиги холатининг шак-шубҳасиз исботининг тақдим этилишини назарда тутди. Алоқа тармоғи битта ёки иккита қуйидаги режимни таъминлаши мумкин: ёки маълумотларни қабул қилиш маълумотлар манбаини текшириш билан амалга оширилади, бу жўнатувчининг маълумотлар узатишидан ёки уларнинг кантентидан ноконуний воз кечишига хар қандай уринишларидан химоя қилади, ёки жўнатувчи маълумотлар етказиб берилганини тасдиқловчи воситаларга эга бўлади, хуллас олувчи оқибатда маълумотларни ёки контентларни қабул қилиб олганлиги холатини инкор қила олмайди.

Хавфсизлик параметри киришни бошқариш тармоқ ресусларини рухсат этилмаган фойдаланиш учун хизмат қилади.

Хавфсизлик параметри алоқа ХЭИ-Т Х.805 тавсияларида аниқланган янги параметр бўлиб, у медиаоқимларни фақат тегишли ваколотларга эга бўлган четки нукталар орасида узатишни таъминлаш учун хизмат қилади.

Бу параметр трафикни қайта адреслашдан ва олиб қўйишдан ҳимоялашга йўналтирилган, алоқа тармоғида трафик оқимларини бошқариш чораларига киради.

Хавфсизлик параметри тайёрлик тармоқлардаги танаффуслар оқибатида тармоқ элементларига, сақланаётган ахборотга, медиаоқимларига, хизматларга ва иловаларга рухсат этилган киришдан воз кечишнинг бўлмаслигини таъминлаш учун фойдаланилади. Бу тоифага алоқа тармоғини дастлабки ҳолатига қайтариш ва авариядан кейин тиклаш бўйича чоралар киради.

Заифлик, тахдидлар ва таваккаллар (расмлар).

Кўпчилик телекоммуникация операторлари ҳужум қилишга урунишларнинг йўқлиги тахдиднинг йўқлигини англатади деган хато фикрга эга.

Хавфсизликнинг заифлиги муаммосини стандартлаштирилган протоколлар даражасида ҳал этиш мумкин.

Хавфсизликнинг заифлиги бу лойиҳани амалга оширишнинг ёки телекоммуникация воситалари ва тармоқларидан фойдаланишнинг ишланмаганлиги ёки камчиликлари бўлиб, улар умуман телекоммуникация тизими хавфсизлигининг бузилишига олиб келиши мумкин. Хавфсизликнинг заифлиги таваккал, тахдид ёки ҳужум бўлмайди.

Заифлик тўрт турга бўлинади. Бўлажак тахдидларни олдиндан билишнинг мураккаблиги билан боғлиқ тахдид моделининг заифлиги (масалан, ОКС№7 сигнализация тизими). Протоколни моҳияти жихатидан заиф қиладиган протоколни ишлаб чиқишда хатоликлар, янглишишлар оқибати бўлган лойиҳанинг ва спецификациянинг заифлиги. Амалга оширишдан заифлик протоколни амалга оширишда хатоликлар билан киритиладиган заифликни ифодалайди. Фойдаланишдаги заифлик

опциялардан тегишлича фойдаланмаслик ёки жорий этишнинг самарасиз сиёсати натижасида вужудга келади (масалан, алоқа тармоғи маъмури тамонидан нобарқарор оқимли шифрни танлаш).

ХЭИ-Т Х.800 Тавсиясига мувофиқ хавфсизликнинг имконияти бузилиши, у актив (тизимнинг ҳолати ўзгариши мумкин бўлганда) ва пасив (тизим ҳолатини ўзгартирмасдан туриб ахботот мазмунини рухсат этилмаган ҳолда очиш) бўлиши мумкин. Актив таҳдидларга мисол тариқасида ваколатли объект тарзида ноқонуний кириб олиш ёки хизмат кўрсатишдан воз кечиш, пасив таҳдидга мисол тариқасида шифрланмаган паролни ушлаб олиш мақсадида яширинча кулоқ солишни келтириш мумкин. Таҳдидлар хаккерлар, босқинчилар, вахшийлар, уюшган жиноятчилар гуруҳи томонидан амалга оширилиши мумкин, лекин кўпгина ҳолларда таҳдидларнинг манбаи муассасанинг ўзида бўлади.

Хавфсизликни бузиш хавфи хавфсизликнинг заифлигини ва хавфсизлик таҳдидларини биргаликда қўшиш натижасида вужудга келади. Масалан, операцион тизимдаги иловада тошиб кетиш нуқсони (яъни таҳдид) мавжудлиги биргаликда Web-серверга хужум хавфининг вужудга келишига олиб келиши мумкин. Хавфсизликни бузиш хавфининг оқибатлари маълумотларни йўқотиш, маълумотларнинг бузилиши, махфийликнинг йўқолиши, алдаш, тўхтаб қолиш ва фойдаланувчилар ҳамжамияти ишончининг йўқолиши бўлади.

Таҳдидлар вақт ўтиши билан ўзгариши мумкин, хавфсизликнинг заифлашуви протоколдан фойдаланишнинг бутун муддати давомида мавжуд. Протоколларга боғлиқ хавфсизликни бузиш хавфлари жуда муҳим ва миқёсига кўра глобал бўлиши мумкин. Шунинг учун протоколларнинг заифлигини тушиниш ва аниқлаш муҳимдир.

Тармоқ хавфсизлигининг умумий тузилишига талаблар турли хил омиллар йиғиндисига боғлиқ:

1. Истеъмолчи/абонентларга таклиф этилаётган тармоқлар ва алоқа хизматларига ишонч хиссини сизишлари зарур, бунга йирик фалокатлар

(террорасмтик таҳдидлар) шароитида хизматларнинг (айниқса тезкор хизмат кўрсатишнинг) тайёриги.

2. Давлат бошқарув ва тартибга солув органлари хавфсизликка талаблар қўйиб, буйруқлар чиқаришади ва қонунчиликдан фойдаланишади, бу билан хизматларнинг тайёриги, оқилона рақобат ва хусусий ҳаётни химоя қилиш таъминланади.

3. Алоқа тармоқлари операторлари ва хизматларни етказиб берувчилар ўзлари эксплуатацион (фойдаланиш) ва тижорий манфаатларини химоя қилиш ва истеъмолчилар ҳамда аҳоли олдидаги ўз мажбуриятларини бажаришлари учун хавфсизликни таъминлашга мухтожлик сезадилар.

Телекоммуникация тармоқлари ва алоқа хизматлари хавфсизлигига талаблар асосан халқаро даражада келишилган хавфсизлик стандартларига асосланишлари керак, чунки бу функционал мослашувчанлик даражасини оширади, шунингдек турли мамлакатлар ҳаракатларининг такрорланиши олдини олишга имкон беради. Хавфсизликни таъминловчи хизматлар ва механизмларни тақдим этиш ва фойдаланиш химояланадиган транзакциялар қийматига нисбатан қиммат бўлиши мумкин. Хавфсизликни таъминлаш чораларининг қиймати билан хавфсизликни бузишнинг келиб чиқиши мумкин бўлган молиявий оқибатларининг нисбатини таҳлил қилиш зарур. Шундай қилиб химояланиш керак бўлган хизматларга мувофиқ хавфсизлик параметрларини аниқлаш имконияти муҳим омил ҳисобланади. Хавфсизликни таъминлаш вазифаларининг бўлиши мумкин бўладиган қўшилишлари сони катта бўлишини ҳисобга олиб, алоқа тармоқлари хизматларининг кенг диапазонини қамраб олувчи хавфсизлик йўналишларига эга бўлиш мақсадга мувофиқдир.

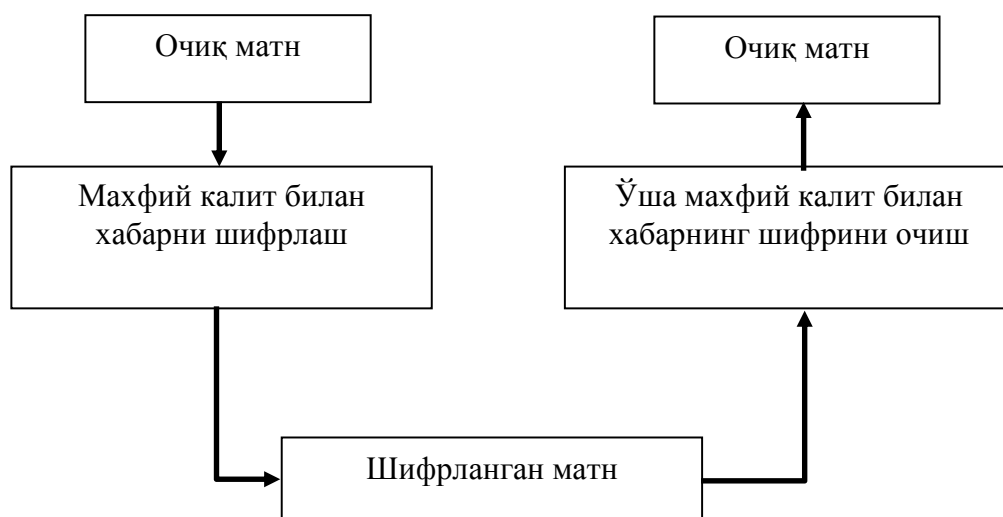
Телекоммуникация тармоқларида ёки хизматларни етказиб берувчилар томонидан фойдаланиладиган хавфсизликни таъминлаш услублари ва механизмлари хизмат кўрсатишдан бош тортиш, яширинча эшитиб туриш, уланишни имитация қилиш, маълумотларни бузиш (ўзгартириш, тутиб қолиш, йўқотиш, қўйиш, тутиб қолинган хабарни қайта узатиш, қайта

маршрутлаштириш, нотўғри маршрутлаш ёки хабарларни кетма кетлиги тартибини ўзгартириш), муаллифликдан воз кечиш ёки сохталаштириш каби аниқ хужумлардан ҳимояланиш воситаларига киради. Ҳимояланишга оғоҳлантириш, хужумдан сўнг тўплаш ва тиклаш, табиий ходисалар (об-ҳаво шароитлари ва х.к) оқибатида хизмат кўрсатишдаги узилишларнинг олдини олиш бўйича чора тadbирлар, шунингдек ахборотнинг хавфсизлиги билан боғлиқ бошқариш киради. Ваколатли органлар томонидан талаб бўйича рухсат этилган тутиб қолишга имкон берувчи шароитлар белгилаб қўйилиши керак.

2. Махфий ва очик калит билан шифрлаш

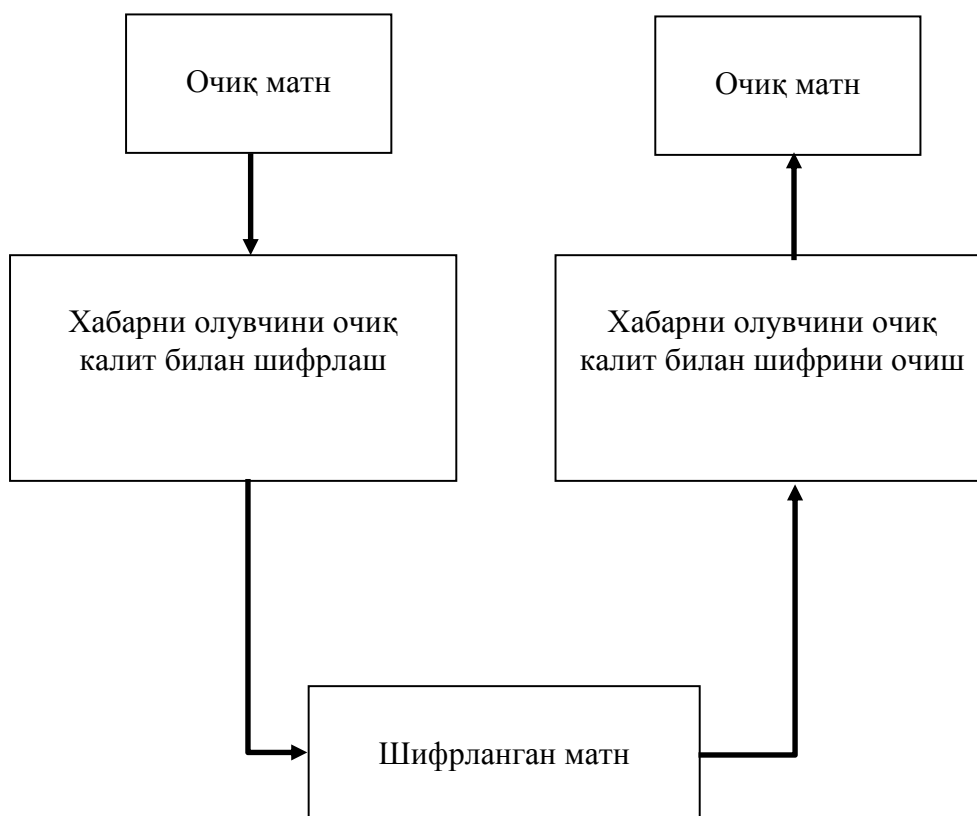
Алоқа каналлари бўйича ахборотни узатиш хавфсизлигини таъминлаш электрон рақамли имзодан фойдаланиш йўли билан ёки криптографик тизимнинг симметрик ёки асимметрик шифрлашдан фойдаланиб амалга ошириши мумкин.

а) симметрик махфий калит билан шифрлаш



- иккала тамон ягона махфий калитдан фойдаланади;
- муаммо: тўлиқ махфийликка калитларни алмаштиришни таъминлаш мураккаб;
- энг яхши мисол: DES (маълумотларни шифрлаш стандарти).

б) Асимметрик очик калит билан шифрлаш.



1.13- расм. Симметрик (ёки шахсий) ва асимметрик (ёки очик) калитлар билан шифрлаш жараёнлари схемаси ва уларнинг хусусиятлари

Симметрик (ёки махфий калит билан) шифрлаш криптографик тизимларга тааллуқлидир, уларда 1.13-а расмда кўрсатилганидек, шифрлаш ва дешифрлашнинг бир хил калитларидан фойдаланилади.

Симметрик криптолизимлар ноёб махфий калитдан биргаликда фойдаланувчи шахслар учун дастлабки келишувларни талаб этади. Калит тегишли шахслар орасида ишончли воситалар ёрдамида тарқатилиши керак, чунки шифрлаш калитини билиш дешифрлаш калитини ва аксинча калитни билишни англатади. Ассимметрик (ёки очик калит билан) шифрлаш бир жуфт калитларни ўз ичига олади (1.13–б расмда кўрсатилган); очик калит ва шахсий калит. Битта калит очик, иккинчиси махфий бўлади.

Ҳар бир иштирокчи қуйидагиларга эга:

- бошқа ҳеч ким эгалик қилмайдиган шахсий калит, ва
- ҳаммага маълум очик калит.

Муаммоси: симметрик махфий калит билан шифрлашдан кўра секинроқ ишлайди.

Энг яхши мисол: RSA.

Очиқ калит шахсий калитдан фарқ қилади ва улар орасидаги математик алоқага қарамай, шахсий калитни очиқ калит орқали топиб олиш йўллари мавжуд эмас. Очиқ калитлар кенг тарқалган, шахсий калит эса доим сир сақланади (масалан, микропроцессорли кредит карточкада ёки жетонда ва ҳ.к.). Умумий ҳолда, бирор кишига шифрланган махфий маълумотларни олувчининг очиқ калити ёрдамида шифрлайди, шифрланган маълумотларни олувчилар эса ўзларининг тегишли шахсий калитлари ёрдамида уларни дешифрлайди (шифрини очади). Бирор кишига аутентификацион маълумотларни жўнатиш учун жўнатувчи маълумотларни ўзининг шахсий калити ёрдамида шифрлайди, олувчи эса маълумотларни жўнатувчининг тегишли очиқ калити ёрдамида аутентификациялайди. Бироқ шу тарзда фойдаланишадиган асимметрик шифрлашнинг иккита камчилиги бор. Биринчидан, очиқ калитни шифрлашдаги ҳисоблаш вақти жуда қиммат ҳисобланади, шунинг учун асимметрик шифрлашдан фойдаланиб катта хабарларни шифрлаш самарали эмас. Иккинчидан, агар барча хабар бутунича шифрланган бўлса, хабарларни адресатларга (олувчиларга) йўллаш мумкин эмас, чунки оралиқ узеллар бундай хабарнинг олувчисини аниқлай олмайди. Бунинг оқибатида асимметрик шифрлаш амалда фақат хабарларнинг унча катта бўлмаган қисмларини шифрлаш учун фойдаланилади. Агар аутентификация зарур бўлса, у ҳолда хабар рандомизациянинг хавфсиз бир тамонлама рандомизацияланади натижаловчи 160 ва 128 битли асимметрик хеш-функция ва хабарга у жўнатилгунча қўшилади (у очиқ матн билан жўнатилади).

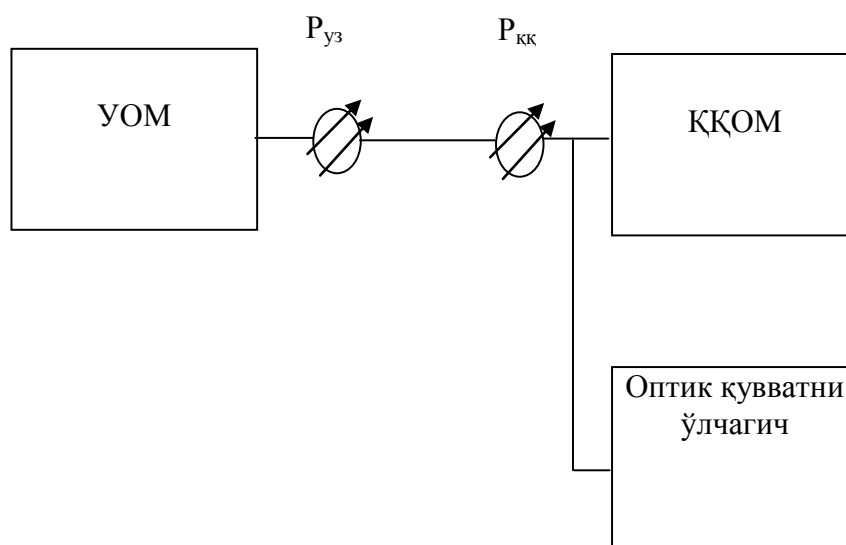
Бундай қўшилган криптологик назарий кетма-кетлиги рақамли имзо дейилади ва электрон ҳужжат айланишида муҳим параметр ҳисобланади.

3. Оптик тизимлар ва алоқа тармоқларининг ахборот хавфсизлигини таъминлаш услублари ва воситалари.

Мавжуд тизимларнинг оптик алоқа тармоқларида рухсат этилмаган таъсирларни ташҳислаш ва назорат қилишнинг қўлланилиш имкониятларини кўриб чиқамиз. Рухсат этилмаган таъсирларни кузатишнинг замонавий технологияларини шартли равишда 2 соҳага ажратиш мумкин, уларнинг ҳар бирида ё ахборотни статистик таҳлил қилиш услуби (масалан, сигналлар спектрини ёки қабул қилишда сигналларнинг қувватини тадқиқ қилиш), ёки ташҳислаш мақсадлари учун махсус сигналлардан фойдаланувчи услуб (масалан, назорат қилувчи сигналлар ёки оптик рефлектометрлар) [11-18].

Кенг полосали сигналнинг қувватини аниқлаш усули ва қўлланиш соҳаси

Услубнинг моҳияти қабул қилинаётган кенг полосали сигналнинг қуввати даражасини кузатиш ва назорат қилишдан иборат (2.1-расм).



2.1-расм. Кенг полосали сигналнинг қувватини аниқлаш услуби

Бу расмда УОМ-узатувчи оптик модуль. $P_{уз}$ – УОМ нинг киришдаги оптик –сигналнинг қуввати, $P_{кк}$ - қабул қилувчи оптик модуль киришидаги оптик сигнал қуввати, ҚҚОМ – қабул қилувчи оптик модуль.

Мазкур услубдан қувват даражасини ўзгартиришни кузатиш ва уни кутилаётган поғона қиймати билан таққослаш учун фойдаланилади, бунда унча катта бўлмаган оғишларни ё аниқлаш мумкин эмас, ёки бу жуда узок

вақтни олади. Статистик таҳлил қўлланилган ҳолда катта сонлар қонунига мувофиқ маълумотларни математик кутишдан қувватнинг маълум бир ўртача кўрсаткичининг статистик қийматини етарлича аниқликда аниқлаш учун маълумотларни анча ўртачалаштириш талаб этилади.

Услуганинг қўлланилиши тола ва тармоқ компонентларининг эскириши жараёнлари билан, шунингдек тиклаш ишлари билан боғлиқ каналдаги сигнал қувватининг унча катта бўлмаган ўзгаришларини кузатиш имконини беради.

Шундай қилиб, кенг полосали сигнал қувватини ўлчаш услубидан фойдаланувчи кўпгина схемалар даражаларининг поғона қийматлари тўпламига эга бўлиб, уларда хизмат кўрсатиш сифати ёмонлашади ёки унинг бузилиши юз беради.

Қабул қилинаётган оптик сигналнинг қувватини ўлчашга ва аниқлашга таянувчи қарорлар оптик кучайтиргичнинг ишидаги тўхтаб қолишлар билан боғлиқ муаммоларни аниқлаш учун энг яхши тарзда тўғри келади. Фойдали ахборот сигнали жинойтчининг қабул қилувчи томонидаги сигнали билан тўсилганда кўпинча сигналлар қувватининг пасайиши эмас, балки ортиши юз беради, яна шундай хол бўлиши мумкин: йиғинди қувват доимий бўлиб қолади ёки бироз камаяди. Жинойтчининг тўсувчи (овозни пасайтирувчи) рухсат этилмаган сигнал билан даврий ёки онда сонда таъсир кўрсатиши билан юзага келган жуда оз халақитлари “хато битлар интенсивлиги” параметрларининг ёмонлашишига (BER), ўртача қувват кўрсаткичининг етарлича кучли ўзгармайдиган йўл қўйиб бўлмайдиган қийматларигача олиб келиши мумкин, бу жинойтчининг харакатини сезишга имкон бермайди.

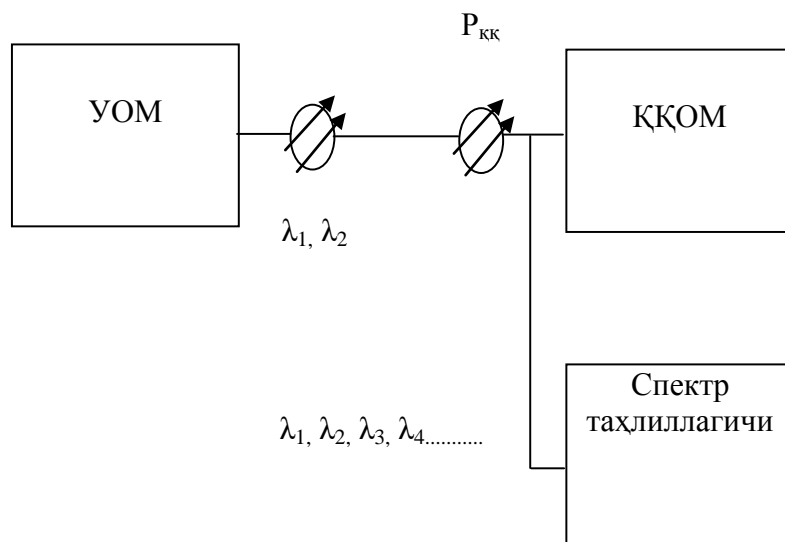
“Яширинча эшитиб туришда” қувватни аниқлаш услуби қуйидаги ҳолларда қаноатланарли бўлмайди:

а) қабул қилинадиган тамонда сигнални олиб қолиш сигнал қувватининг шундай ўзгаришига олиб келадик, бунда рухсат этилмаган таъсир тўғрисидаги қарор чиқарилади; агар амалга ошириладиган таъсирлар

тасодифий ва уларни ўтказиш узунлиги бўйича унча катта бўлмаса, шунингдек жуда кичик қувват йўқотилганда бунга эришиш мумкин;

б) сигнал олингандан сўнг толага йўқотишларни қоплайдиган оптик қувват киритилади.

4. Оптик спектрни таҳлил қилиш услуги ва қўлланилиш соҳаси



2.2-расм. Кенг полосали қувватини аниқлаш услуги

Бу ерда УОМ-узатувчи оптик модуль; λ_1, λ_2 узатувчи томонда ахборот сигналлари тўлқин узунликлари; $P_{кк}$ – қабул қилувчи оптик модулнинг киришидаги оптик сигналнинг қуввати; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots$ спектр таҳлиллагичи киришидаги оптик сигналлар тўлқин узунликлари; ҚҚОМ-қабул қилувчи оптик модуль.

Мазкур усул (9.18-расм) оптик сигнал спектрини таҳлил қилишга асосланади ва қабул қилинаётган сигнал қувватини ўлчаш услуги билан таққосланганда уни амалга оширишнинг катта миқдордаги усулларига эга, шунингдек каттароқ информативликка эга, янада муфассал ташҳислашни амалга ошириш имкониятига эга.

Бу усул хатто, агар қабул қилинаётган сигналнинг йиғинди қуввати шунда ҳам ўзгаришсиз қоладиган бўлса ҳам, оптик сигнал спектридаги ўзгаришларни аниқлашга имкон беради. Фараз қилайлик, оптик толада қийматлари бир хил, аммо спектрал ташкил этувчилари ҳар хил йиғинди қувватли иккита сигнал мавжуд бўлсин. Кенг полосали сигналнинг

қувватини ўлчаш услуги ёрдамида ОТ да иккита ҳар хил сигнал мавжуд деб бўлмайди, буни оптик спектрни таҳлил қилиш услуги осонгина кўрсатади.

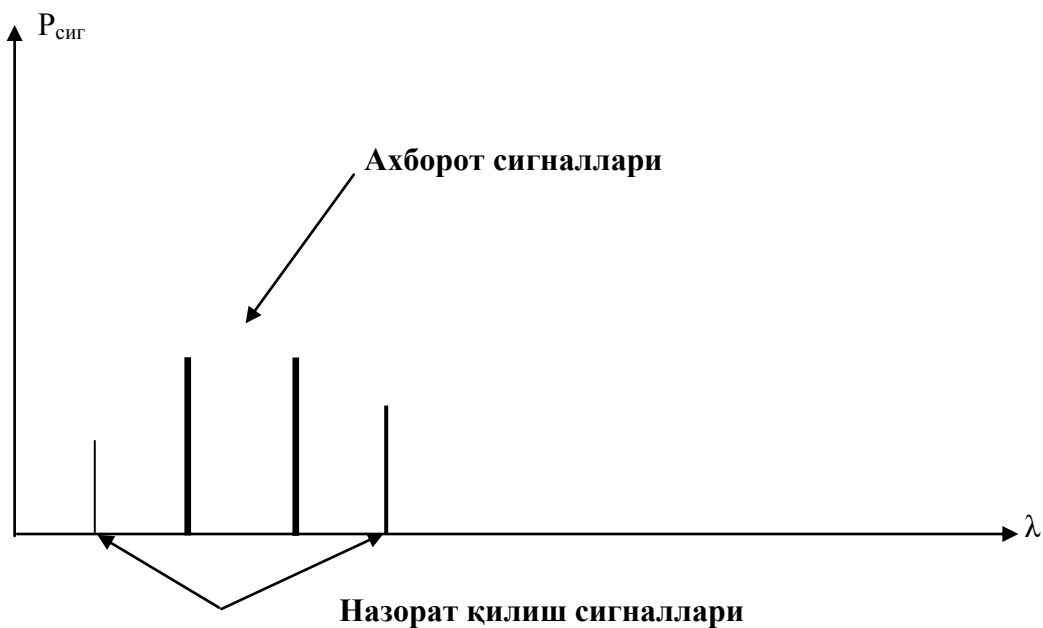
Катта информативликка қарамай, қаралаётган услуб танлаб олинган ўртача қийматларнинг статистик ўртача қийматлар билан статистик таққослашга асосланади. Унда учрайдиган далиллар катта сонларнинг айрим конунларига асосланади. Бу сигналнинг кам учрайдиган ёмонлашувлари умуман аниқланмайди ёки узоқ вақтдан кейин аниқланишига олиб келади. Оптик спектрни таҳлил қилиш услубининг ишлаши учун қийматларнинг маълум миқдорда ўтрачалаштирилиши талаб этилади. Бу уни бошқа услубларга нисбатан анча секинлаштиради.

Оптик спектрни таҳлил қилиш услуги сигналнинг оптик спектрига таъсир кўрсатувчи “ёпиб қўйишларни” аниқлайди. Кесишма ҳалақитлар эффектидан фойдаланувчи рухсат этилмаган таъсирлар ҳамда мазкур услуб маълум бир тўлқин узунликларига созланган қувватлар ўлчагичлари тўплами каби натижаларни беради.

Бу услуб ёрдамида “яширинча эшитиб туриш” нинг мавжудлигини аниқлаш мумкин эмас, бундан фақат сигнал қувватини танлаш узатилаётган сигналга бузилишлар киритадиган холлар, масалан, каналда қувватнинг пасайиши кузатилади ёки қабул қилинаётган сигналнинг спектри аслидагидан кенгроқ бўлиб қоладиган хол мустасно. Агар “яширинча эшитиб туриш” ташқарида кесишма ҳалақитлардан фойдаланган ҳолда ўтказиладиган бўлса, у ҳолда спектр анализатори бирор бир жиддий ўзгаришларини сезмайди.

5. Назорат сигналлари услуги ва қўлланиш соҳаси

Назорат сигналлари- бу ахборот сигналлари тарқаладиган йўналишлар бўйича ва ўша бўғинлар бўйича ўтадиган сигналлар бўлиб, улардан ўзининг асосий вазифаси алоқадаги муаммоларни ва уланишлардаги қоида бузишларни аниқлаш билан фарқ қилади (2.3-расм).



2.3-расм. Назорат қилиш сигналлари услуби

Бу ерда, $P_{\text{сиг}}$ - оптик сигнал қуввати; λ - оптик сигнал тўлқини узунлиги.

Назорат сигналлари, одатда, бошқа частоталарда ишлайди. ТДМА – тизимларда бундай сигналлар умумий ахборот сигналидан узатиладиган вақтинча слот бўйича ажратилиши мумкин. СДМА- тизимларида назорат сигналлари ўзининг кодланиши ҳисобига ажралиши мумкин, WDM- тизимларда эса ахборот сигналларини узатиш полосаси ичида узатилиши мумкин бўлиб, улар WDM каналлари орасидаги ораликларда ёки ахборот сигналларини узатиш полосаси ташқарасмида жойлашишлари мумкин. Агар назорат сигналлари ахборот сигналларини узатишининг частота соҳасида ва улардан бевосита яқин жойда жойлашган бўлса, у ҳолда улар частотаси мультимплексирувчи сигналлар гуруҳига киради (Super-carrier Multiplexed Signals, SCM). Бундай SCM- сигналлар ахборот сигналлари каби ўша оптик ташувчидан фойдаланиб, тармоқ ёки ахборот сигналларини узатадилар. Шунини таъкидлаш зарурки, назорат сигналлари ҳар доим ҳам вақт бўйича доимий тавсифларга эга бўла олмайдилар, балки маълум бир қонун бўйича динамик ўзгаради ва ахборот сигналларидан катта ёки кичик частота билан фарқ қилади.

Рухсат этилмаган таъсирларни аниқлашнинг бу услуги, агар “ёпиб қўйишлар” назорат сигналлари ишлаётган тўлқин узунликларига таъсир қилган ҳолдагина самарали бўлиши мумкин.

Кенг полосали сигнал билан рухсат этилмаган таъсирда мазкур услубнинг қўлланилиши ўзини оқлайди, чунки жиноятчининг сигнали назорат сигналларига ҳам тегишли бўлади. Агар назорат сигналлари реал тизими холидаги каби, алоқа мавжудлигини назорат қилиш учун фойдаланилса, у ҳолда мазкур услуб “яширинча эшитиб туриш” дан химояни таъминлай олмайди. Назорат сигнали рухсат этилмаган таъсирни фақат узатиш канали тавсифлари ёмонлашгандагина сезиши мумкин.

Назорат SCM сигналлар бошқа тўлқин узунликларида ишловчи назорат сигналларига қараганда “ўгириб қўйиши” ни аниқлашда каттароқ имкониятга эга, лекин шу билан бирга улар ахборот сигналлари учун бузғунчи бўлиши мумкин бўлган айрим “ўчириб қўйиши” ни кузата олмайди. SCM сигнал ажратадиган филтёрнинг тавсифларини билган жиноятчи таъсирни шундай амалга ошириши мумкинки, бунда унинг натажалари филтёрнинг ўтказиш полосаларига тушмайди ва назорат сигналига таъсир қилмайди. Булардан ташқари назорат сигналларининг ўзи ҳам фойдали сигнални ўчириши мумкин.

6. Оптик рефлектометрия услублари ва қўлланилиш соҳаси.

Оптик рефлектометрлар-назорат қилувчи сигналларни маҳсус тарзда фойдаланувчи қурилмалар (мосламалар) дир. Мазкур ҳолда узатувчи томонда қайтган назорат қилувчи сигналнинг тавсифлари таҳлил қилинади. Оптик рефлектометрлар назорат қилувчи сигналлар қонун-қоидаси асосида ишлашига қарамай уларнинг кенг тармоқланганлиги ва қўлланилиши алоҳида услуб сифатида алоҳида бўлимга киритилган.

Оптик рефлектометрлар асосан оптик толадаги хатоликларни, нобиржинслиликларни, йўналишларни ва ҳ.к. ларни аниқлаш учун қўлланилади. Бинобарин, улар ОТ га рухсат этилмаган уланиш билан вужудга келган таъсирларни аниқлаш учун осон мослаштирилиши мумкин.

Оптик рефлектометрлар қайтган сигнал билан ишлаши оқибатида у шунингдек, рухсат этилмаган ҳаракатларнинг бошқа турларини аниқлаш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Шунини таъкидлаш зарурки, рефлектометрлар фойдаланадиган сигналлар назорат қилувчи сигнал сифатида ҳам қўлланилади.

Рефлектометрнинг модуляциялаштирилмаган ёки кучсиз модуляциялаштирилган зондловчи сигналлари уларнинг ахборот сигналлари билан ўзаро таъсирлашуви ҳисобига ҳалақитлар (ёпиб қўйишлар) манбаи бўлиши мумкин. Агар тармоқда оптик кучайтиргичлар билан бирга оптик изоляторлардан фойдаланилса, у ҳолда бу ҳар бир кучайтиргич тамонида оптик рефлектометрни ўрнатишни талаб этади.

Агар ахборот сигналлари спектрига кирувчи ёки кирмайдиган кенг полосали рухсат этилмаган ёпиб кетувчи сигнал мавжуд бўлса, у ҳолда унинг бир қисми нобиржинслийликлардаги қайтиш ҳисобига рефлектометрга тушади ва рефлектограммада кузатилиши мумкин. Агар оптик рефлектометрнинг зондловчи импульслари малум бир модуляцияга эга бўлса, у ҳолда бу рефлектограммада зондловчи ёпиб кетувчи сигналларининг ўзаро таъсирлашувлари натижасини кўрсатишга имкон беради.

Оптик трактда эрбийли кучайтиргичлари бўлган ҳолда янги муаммолар пайдо бўлади. Агар эрбийли кучайтиргичлари бир тамонга йўналтирилган бўлса, у ҳолда улар қайтган сигналларни кучайтириш учун ярамайди, бу эса назорат қилинаётган участка узунлигини чеклашга олиб келади. Шундай қилиб оптик рефлектометрия услубини эрбийли кучайтиргичлари кетма-кетлигидан фойдаланадиган тармоқда қўллаб бўлмайди, бундан эрбийли кучайтиргич оптик рефлектометр олди кучайтиргичи вазифасини бажарган ҳоллар мустасно.

“Яширинча эшитиб туришда” жинойтчи оптик тола устида маълум бир амалларни бажаради, бу рефлектограммада акс этиб, рухсат этилмаган таъсирни аниқлаш имконини беради.

Оптик рефлектометриянинг камчилиги шундаки, оптик тармоқлагичли тармоқларда у сигнал ўтиши маршрутларининг кўплигидан, шунингдек, кесими халақитлар орқали ўтказиладиган, “яширинча эшитиб туриш” туридаги рухсат этилмаган таъсирларни аниқлаш мумкин эмаслигидан қўлланилмайди. Оптик рефлектометрнинг қиймати юқорилигини ҳам унинг камчиликлари каторига киритиш мумкин.

Ҳозирги вақтда рухсат этилган таъсирларни аниқлашнинг янги услубларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ ишлар олиб борилмоқда. Улар қабул қилинаётган сигнални алоқа каналини математик моделлаштириш натижасида олинган қиймат билан таққослашга асосланади.

2.1-жадвалда таъсирнинг ҳар бир турига қўлланилган ҳолда рухсат этилмаган таъсирни аниқлаш (сезиб қолиш) услубларининг мавжуд имкониятлари тўғрисида маълумотлар келтирилган.

2.1-жадвал

| Рухсатсиз таъсир кўрсатиш тури Аниқлаш усули | Қувватни ўзгартириш | Полоса ичи беркитиш | Частота полосаларида н ташқарида беркитиш | Тўлқин узунлигининг оғиши |
|---|---------------------|---------------------|---|---------------------------|
| Сигнал қувватини аниқлаш | Ҳа | Йўқ | Йўқ | Йўқ |
| Оптик спектр таҳлили | Ҳа | Йўқ | Ҳа | Йўқ |
| Назорат сигналларидан фойдаланиш | Ҳа | Йўқ | Йўқ | Йўқ |
| Оптик рефлектометрия услубларидан фойдаланиш | Ҳа | Баъзида | Баъзида | Баъзида |

III -БОБ. КОДЛИ ШОВҚИНЛАНТИРИШ АСОСИДА ҲИМОЯЛАНГАН ТОЛАЛИ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ.

1.Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсирдан самарали ҳимояловчи кодли шовқинлантириш усулни ишлаб чиқиш.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма блок схемеси 3.1. расмда кўрсатилган. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма блок схемеси иккита бир хил каналлардан иборат. Хар бир канал Узатувчи ва қабул қилувчи қисмлардан ҳамда оптик толали кабелдан ташкил топган. Узатувчи қисми ёрдамида ахборот инфрақизил нурига айлантирилади ва оптик кабел киришига узатилади. Оптик сигнал оптик кабел чиқишидан қабул қилувчи қисмига берилади ва унда ахборот қайта тикланади.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма блок схемесининг ишлаш принципи қуйдагича. Биринчи микрофон МК1 узатилиши керак бўлган товуш сигналини электр сигналига айлантириб беради. Бу электр сигнали биринчи овоз кучайтиргичи ОЧК1 нинг киришига берилади ва керакли қийматгача кучайтирилади. Етарли даражада кучайтирилган электр сигнали биринчи сигнал лазер нурлатгичи 1СЛН нинг киришига берилади. Натижада биринчи сигнал лазер нурлатгичи 1СЛН чиқишида узатилиши керак бўлган товуш сигналига пропорционал бўлган инфрақизил нур оқими Φ_{c1} хосил бўлади. Хосил қилинган Φ_{c1} нур оқими оптик толали кабелнинг киришига фокусланади. Оптик толали кабел киришига фокусланган нур унинг бутун узунлиги бўйлаб тарқалади ва оптик толали кабел чиқишидан чиқиб биринчи фотоприёмникнинг нур сезиш юзасига тушади. Шу билан бир вақтнинг ўзида шовқин генераторининг тўғри чиқишидан шовқин кучланиши шовқин тарқатувчи биринчи лазер нурлатгичи 1ШЛН киришига берилади ва унинг чиқишида шовқин сигналига пропорционал бўлган шовқин

инфрақизил нур формаланади. Шовқин инфрақизил нури ҳам оптик толали кабелнинг фотоприёмник томонида жойлашган иккинчи киришига фокусланади. Натижада оптик толали кабел узунлиги бўйлаб асосий сигнал нурига тескари йўналишда шовқин нури тарқалади. Шундай қилиб оптик толали кабелнинг бутун узунлиги бўйлаб ҳам асосий сигнал нури ҳам шовқин сигнал нурлари бир хил тарқалади. Шу сабабдан оптик толали кабелдан яширин ахборот ўзлаштириш блоки орқали олинган сигнал икки хил сигнал йиғиндисидан иборат бўлади яъъни:

$$\Phi_{\text{умум}} = \Phi_{\text{с1}} + \Phi_{\text{ш1}} \quad (3.1)$$

Хар иккала сигнал интенсивликлари бир хил бўлганлиги учун яширин ахборот ўзлаштириш блоки чиқишида асосан шовқин сигнали эшитилади холс. Худди шундай сигналлар биринчи сигнал фотоприёмниги ФП1 нинг нур сезиш юзасига ҳам тушади. Бунинг натижасида биринчи фотоприёмник чиқишида $\Phi_{\text{с1}} + \Phi_{\text{ш1}}$ нур оқимлариига пропорционал бўлган электр сигнали формаланади яъъни:

$$U_{\text{умум}} = U_{\text{с1}} + U_{\text{ш1}} \quad (3.2)$$

Биринчи фотоприёмник чиқишида формаланган электр сигнали биринчи сигнал кучайтиргичида 1СК да кучайтирилади ва биринчи сигналларни жамлагич СЖ1 нинг киришларидан бирига берилади. Шовқин генераторининг инвертрловчи чиқишидан асосий шовқин сигналига тескари фазадаги иккинчи шовқин сигнали ($-U^1_{\text{ш1}}$) биринчи сигналларни жамлагичнинг иккинчи киришига берилади. Натижада унинг чиқишидаги сигналлар йиғиндиси қуйдаги кўринишга эга бўлади.

$$U_{\text{умум}} = U_{\text{с1}} + U_{\text{ш1}} - U^1_{\text{ш1}} \quad (3.3)$$

Агар биринчи сигнал фотоприёмниги чиқишидаги шовқин сигнали $U_{\text{ш1}}$ амплитудаси ва шовқин генераторининг инвертрловчи чиқишидаги сигнал $U^1_{\text{ш1}}$ амплитудалари ўз аро тенг бўлса яъъни

$$U_{\text{ш1}} = U^1_{\text{ш1}} \quad (3.4)$$

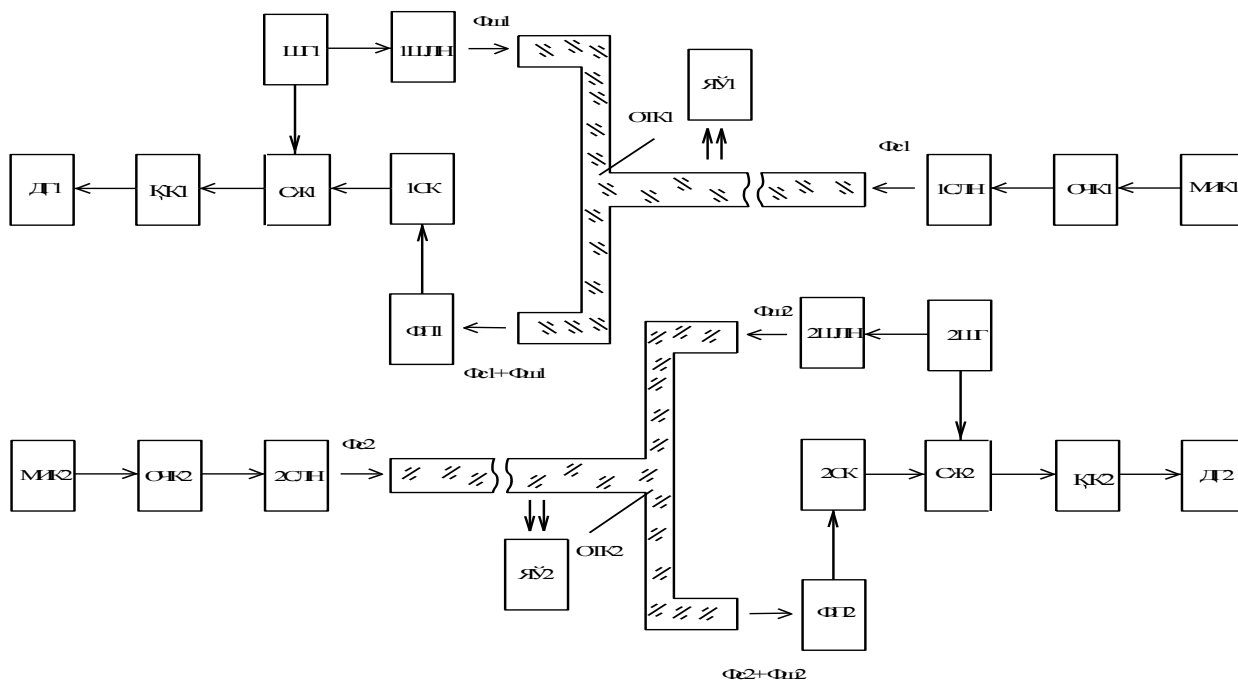
У холда биринчи сигналларни жамлагич СЖ1 нинг чиқишидаги сигнал кучланиши (3.3) тенгликка асосан қуйдагича бўлади.

$$U_{\text{умум}}=U_{c1} \quad (3.5)$$

Бу сигнал биринчи қувват кучайтиргичи ҚК1 да кучайритилиб биринчи динамик головка ДГ1 нинг киришига берилади. Натижада биринчи динамик головкаси ДГ1 чиқишида шовқиндан тозаланган товуш сигнали таралади.

Шу тариқа оптик толали кабел орқали узтилаётган ахборот хавфсизлиги таъминланади.

Иккинчи канал иш принципи ҳам худди шу сингари ишлайди.



3.1. Расм. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма блок схемаси

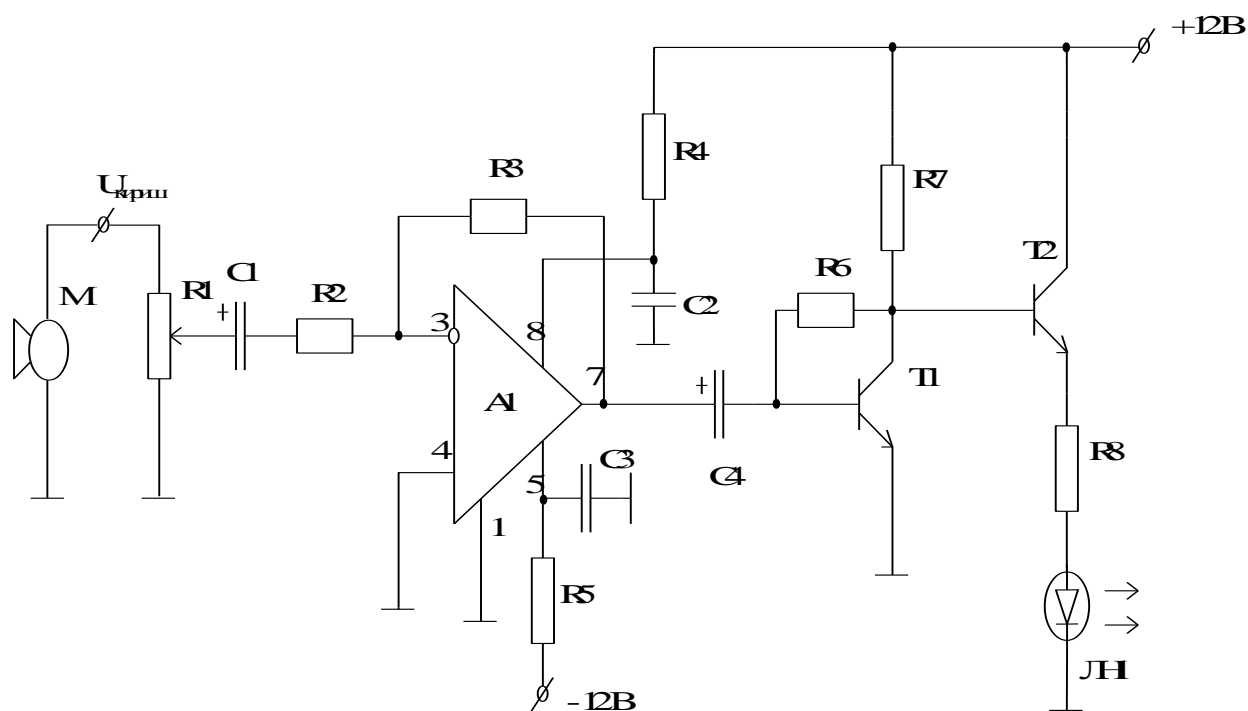
Демак яширин ўзлаштириш блоки чиқишидаги товуш сигнали асосан шовқин сигналдан иборат бўлади. Шунинг учун оптик толали кабел орқали юборилаётган товуш сигнал ахбороти яширин ўзлаштириш чиқишида шовқин сигнали ичиди умуман эшитилмайди. Асосий қабул қилгич чиқишида эса шовқин сигналдан тозаланган товуш яъни фақат оптик

толали кабел орқали юборилаётган биринчи микрофон чиқишидан чиқаётган ахборот товуш сигнали таралади.

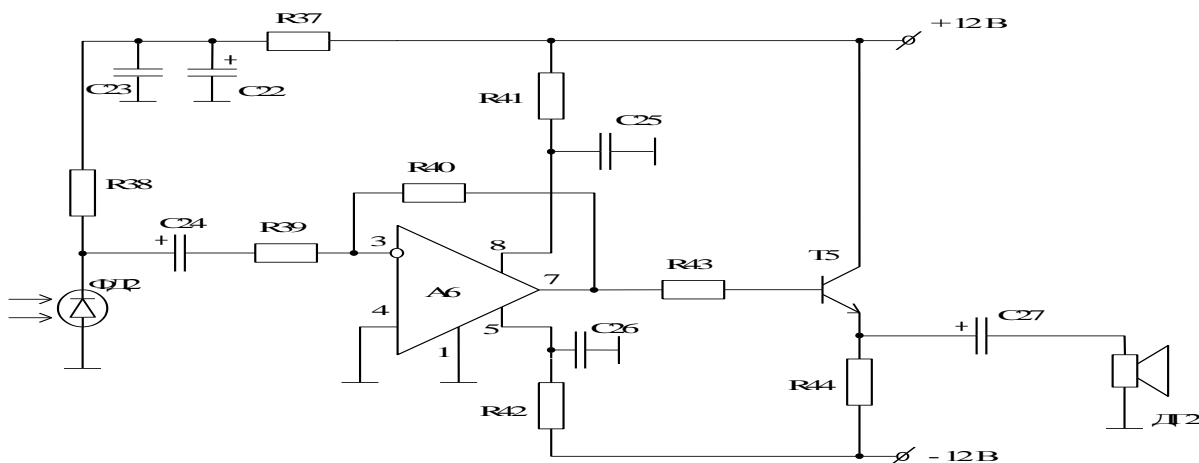
2. Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсирдан самарали ҳимояловчи қурилма.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма принципаиал схемаси 3.2. – 3.5. расмларда келтирилган. 3.2.-расмда оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилманинг узатувчи қисмининг принципаиал схемаси келтирилган.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилманинг узатувчи қисмининг принципаиал схемаси микрофон М , операцион кучайтиргич асосида қурилган инвертрловчи кучайтиргич А1, Т1 транзисторига қурилган инвертрловчи кучайтиргич, Т2 транзисторига қурилган эмиттер қайтаргич ва инфрақизил нур таратувчи лазер нурлатгич ЛН1 дан ташкил топган.

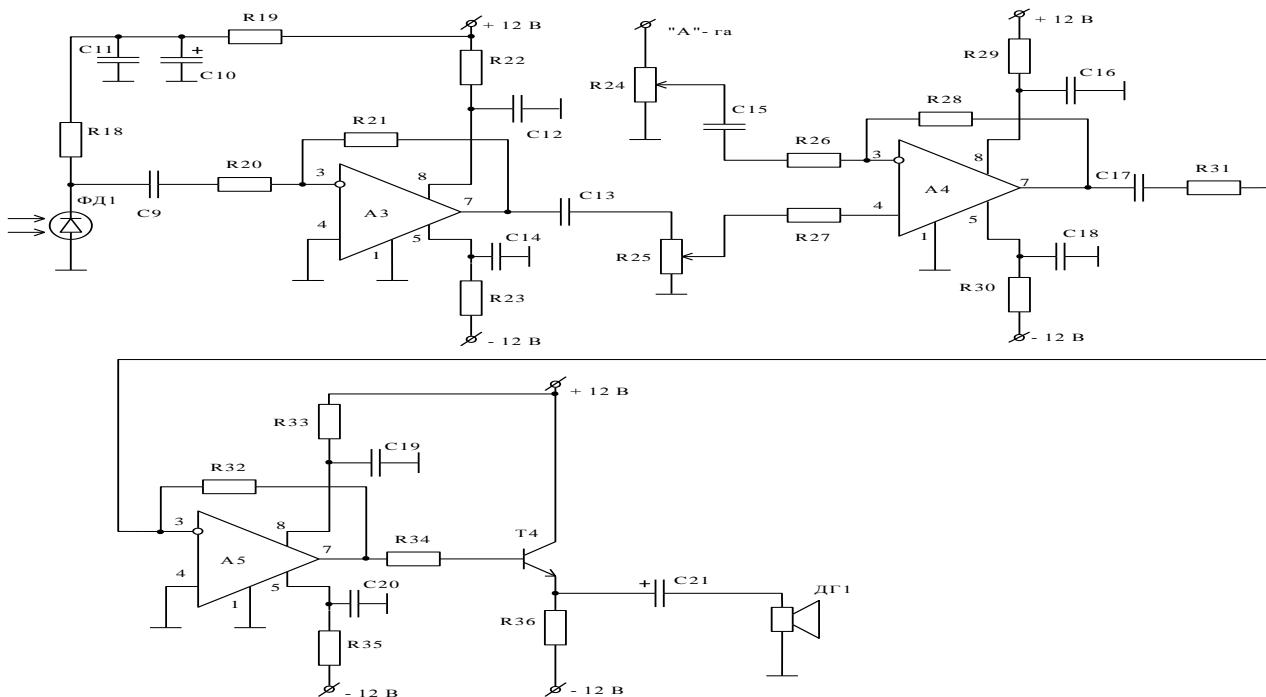


3.2. Расм. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма узатувчи қисмини принципаиал схемаси.



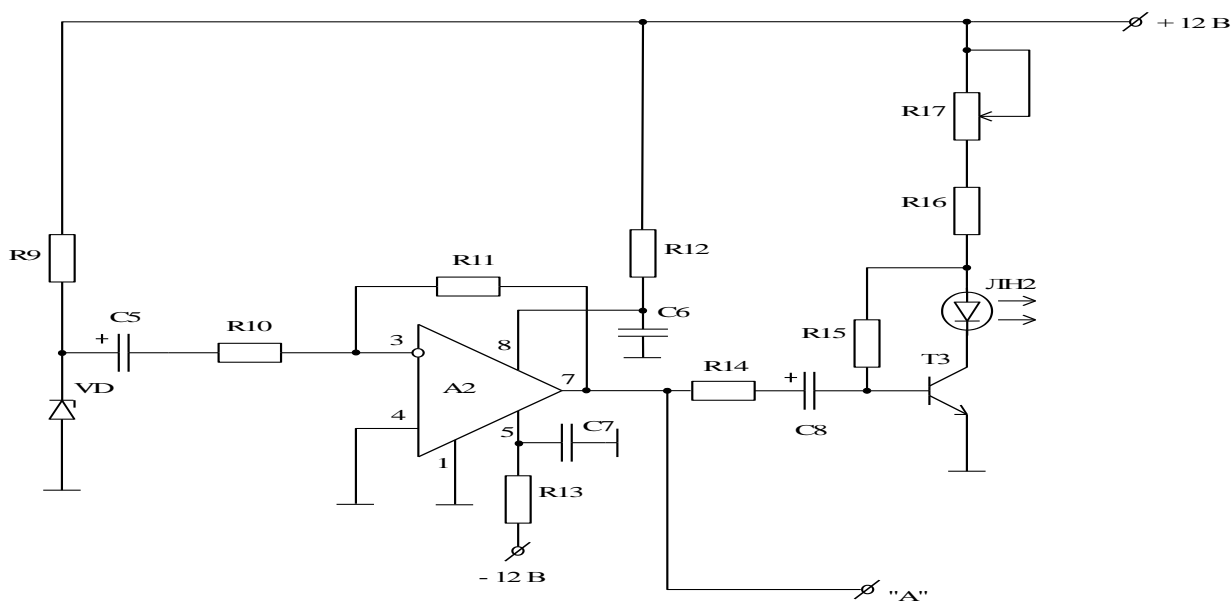
3.3. Расм. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилмадан яширин ахборот ўзлаштириш қисмини принципиал схемаси.

3.3. расмда оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилмадан яширин ахборот ўзлаштириш қисмини принципиал схемаси келтирилган. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилмадан яширин ахборот ўзлаштириш қисмини принципиал схемаси фотоприёмник ФД2, операцион кқчайтиргич асосида қурилган инвертрловчи кучайтиргич А6, эмиттер қайтаргич Т5 ва динамик головка ДГ2 дан иборат.



3.4. Расм. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма қабул қилувчи қисмини принципиал схемаси.

3.4. расмда оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма қабул қилувчи қисмини принципиал схемаси келтирилган. Унинг таркибий қисмига биринчи сигнал фотоприёмниги ЛД1, операцион кучайтиргич асосида қурилган инвертрловчи кучайтиргичлар А3 ва А5, операцион кучайтиргич асосида қурилга биринчи сигналлар жамлагичи яъни дифференциал кучайтиргич А4, эммитер қайтаргич Т4 ва динамик головка ДГ1 лар киради. Ўзгарувчан резистор R24 киришига шовқин генератори чиқишидан шовқин электр сигнали берилади ва унинг ёрдамида биринчи инвертрловчи кучайтиргич А3 чиқишидаги шовқин сигнал амплитудаси билан шовқин генераторидан келаётган шовқин сигнали амплитудасини тенглаштириш амалга оширилади.



3.5. Расм. Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма шовқин генераторини принципиал схемаси.

3.5. расмда оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма шовқин генераторини принципиал схемаси келтирилган. Бу схеманинг ташкилий қисмларига шовқин сигнални формаловчи шовқин сигнал манбайи VD, операцион кучайтиргич асосида қурилган инвертрловчи кучайтиргич А2, Т3 транзисторга қурилган қувват кучайтиргичи ва шовқин инфрақизил лазерли нур манбайи ЛН2 лар киради.

Бу ерда R17 ўзгарувчан резистори ёрдамида лазер нурлатгич ЛН2 нинг оптимал иш режими ўрнатилди. Унинг оптимал иш режимидаги токи 100 мА ни ташкил қилади.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи оптоэлектрон қурилма принципитал схемасида ишлатилган электрон компонентлар турлари тавсилотлар рўйхатида келтирилган.

Рақамли оптик толали алоқа тизимларида ахборотларни химояловчи оптоэлектрон усулни кўриб чиқайлик.

Оптик толали кабелнинг бутун узунлиги бўйлаб ҳам асосий сигнал нури ҳам шовқин сигнал нурлари бир хил тарқалади. Шу сабабдан оптик толали кабелдан яширин ахборот ўзлаштириш блоки орқали олинган сигнал икки хил сигнал йиғиндисидан иборат бўлади :

$$\Phi_{\text{умум}} = \Phi_{\text{с1}} + \Phi_{\text{ш1}} \quad (3.6)$$

Хар иккала сигнал интенсивликлари бир хил бўлганлиги учун яширин ахборот ўзлаштириш блоки чиқишида асосан шовқин сигнали эшитилади холс. Худди шундай сигналлар биринчи сигнал фотоприёмниги ФП1 нинг нур сезиш юзасига ҳам тушади. Бунинг натижасида биринчи фотоприёмник чиқишида $\Phi_{\text{с1}} + \Phi_{\text{ш1}}$ нур оқимлариига пропорционал бўлган электр сигнали формаланади :

$$U_{\text{умум}} = U_{\text{с1}} + U_{\text{ш1}} \quad (3.7)$$

Шовқин генераторининг инвертрловчи чиқишидан асосий шовқин сигналга тескари фазадаги иккинчи шовқин сигнали биринчи сигналларни жамлагичнинг иккинчи киришига берилади. Натижада унинг чиқишидаги сигналлар йиғиндиси қуйдаги кўринишга эга бўлади.

$$U_{\text{умум}} = U_{\text{с1}} + U_{\text{ш1}} - U_{\text{ш1}}^1 \quad (3.8)$$

Агар биринчи сигнал фотоприёмник чиқишидаги шовқин сигнали $U_{\text{ш1}}$ амплитудаси ва шовқин генераторининг инвертрловчи чиқишидаги сигнал $U_{\text{ш1}}^1$ амплитудалари ўз аро тенг бўлади

$$U_{ш1} = U^1_{ш1} \quad (3.9)$$

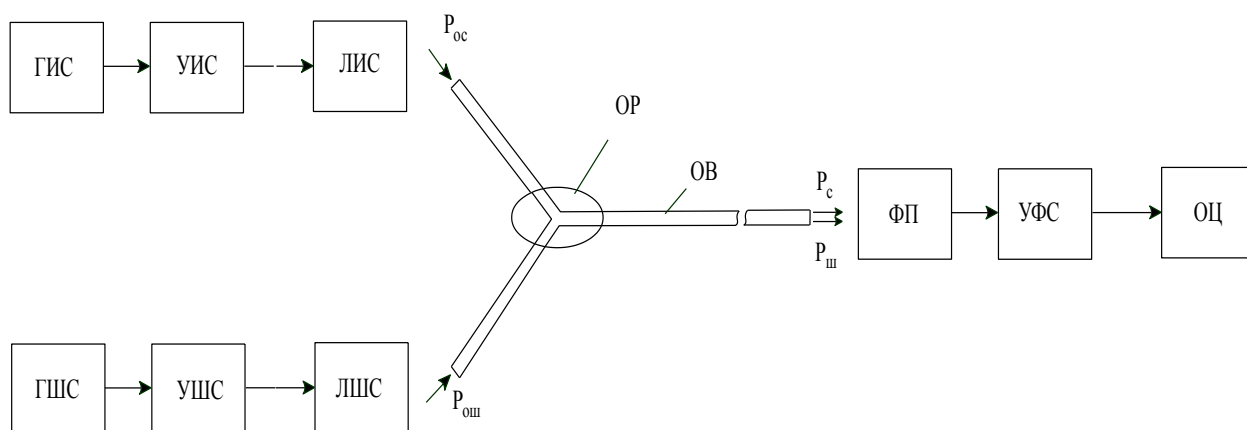
У холда биринчи сигналларни жамлагич СЖ1 нинг чиқишидаги сигнал кучланиши (3.3) тенгликка асосан қуйдагича бўлади.

$$U_{умум} = U_{с1} \quad (3.10)$$

Демак яширин ўзлаштириш блоки чиқишидаги товуш сигнали асосан шовқин сигналидан иборат бўлади. Шунинг учун оптик толали кабел орқали юборилаётган сигнал ахбороти яширин ўзлаштириш чиқишида шовқин сигнали ичиди умуман ўзлаштирилмайди. Асосий қабул қилгич чиқишида эса шовқин сигналидан тозаланган товуш яъни фақат оптик толали кабел орқали юборилаётган биринчи микрофон чиқишидан чиқаётган ахборот товуш сигнали таралади.

Шу тариқа оптик толали кабел орқали узтилаётган ахборот хавфсизлиги таъминланади.

Оптик тола бўйлаб тарқалаётган информация ва шовқин сигналларини тадқиқ қилиш учун қурилма блок схемаси 3.6-расмда келтирилган.



3.6-расмда шовқин сигналлар генератори ва кучайтиргичи принципиал схемаси келтирилган. Шовқин сигналлар генератори К155ЛА3 турдаги микросхема асосида тузилган.

Бу ерда : ГИС – информация сигнал генератори ; УИС – информация сигнал кучайтиргичи; УШС – шовқин сигнал кучайтиргичи; ЛИС – лазер информация сигнал манбаи; ЛШС - лазер шовқин сигнал манбаи; ОР -

оптик разветвитель; ОВ – оптик тола; ФП – фотоприемник; УФС – фотоэлектрик сигнал кучайтиргичи; ОЦ - осциллограф.

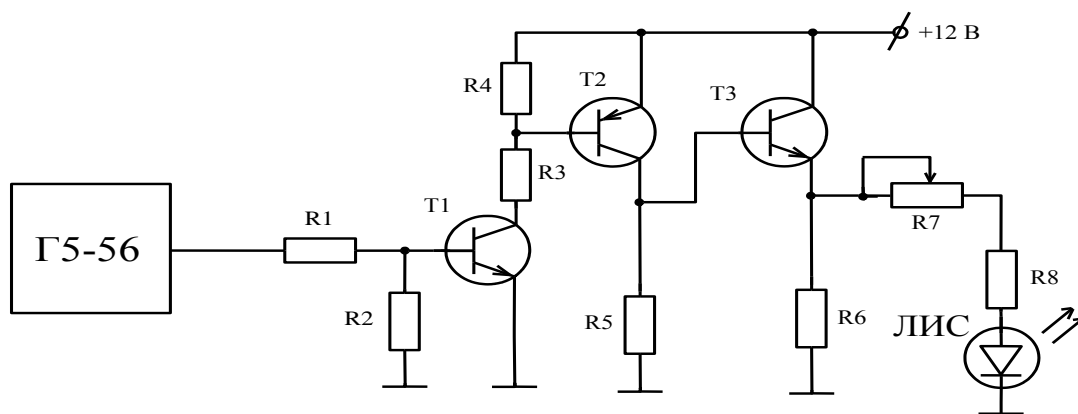
Шовкин сигналлар кучайтиргичи Т1-Т3 транзисторлар асосида курилган.

Информацион ва шовкин сигналлар лазер нур манбалари сифатида ИЛПН 301-1 ишлатилган, у куйдаги электрик ва оптик параметрларга эга:

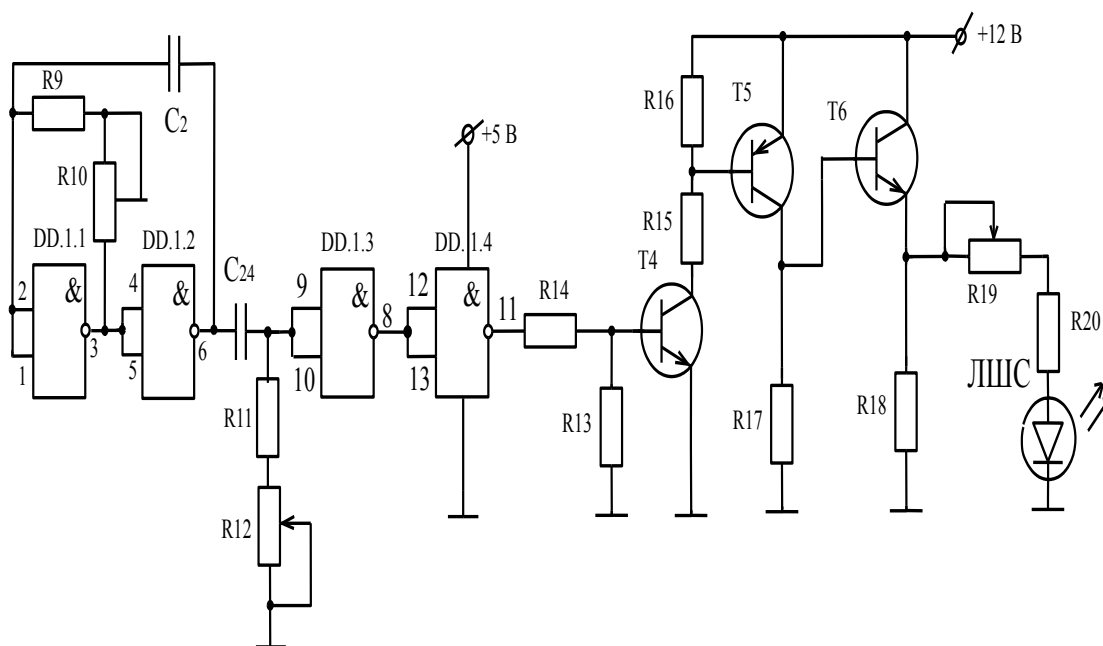
| | |
|------------------------------------|----------|
| - Тўлқин узунлиги, нм - | 850±40 |
| - Ўртача нурланиш қуввати, мВт, - | 0.1 |
| - Ток накачки, мА, - | 200 |
| - Ёруғлантириш кучланиши, В, - | 2.5 |
| - Ишчи температура диапазони, °С - | -45 + 55 |
| - Минимал ишлаш вақти, с - | 5000 |

Фотақабул қилгич бўлиб ФД-290 кремний асосидаги фотодиод ишлатилади, унинг оптик ва электрик параметрлари куйдагича.

| | |
|---|------------|
| - Световод сердечниги диаметри , | – 0,55 |
| - Ишчи температураси °С | – + 20 ± 5 |
| - Ишчи кучланиши В | – 24 |
| -Спектрал сезгирлик диапазони, мкм | – 0,4- 1,1 |
| - Спектраль характерасмика максимуми, мкм | – 0,8- 0,9 |
| - Қоронғулик токи , нА | – ≤ 3 |
| - Ток сезгирлиги $\lambda = 0,85$ мкм, А/Вт | – ≥ 0,4 |
| -Сигими, пФ не более | – 5 |



3.7. Информацион сигнал генератори ва кучайтиргичи принципиаль схемаси.



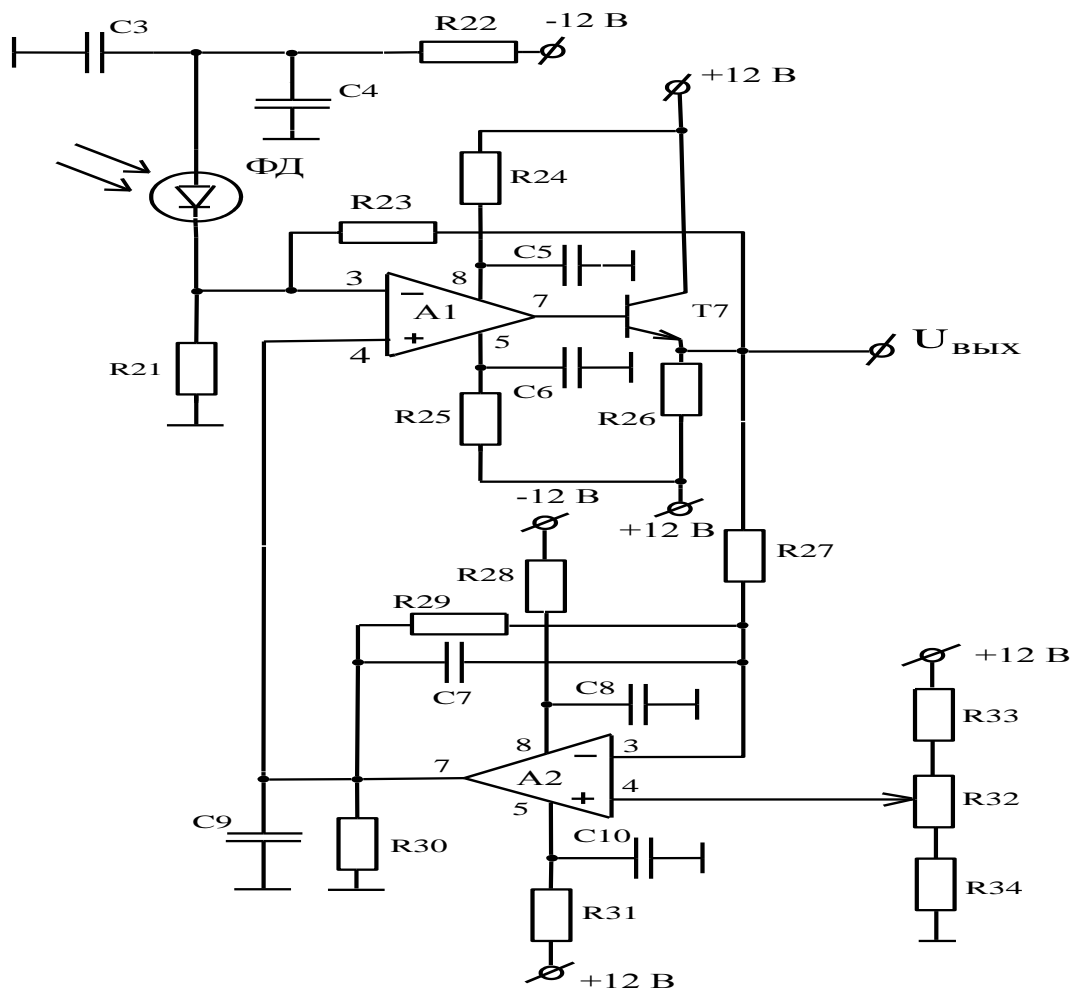
3.8-расм Шовқин сигнал генератори ва кучайтиргичи

Фотоэлектрик кучайтиргич принципал схемаси 3.9-расмда келтирилган.

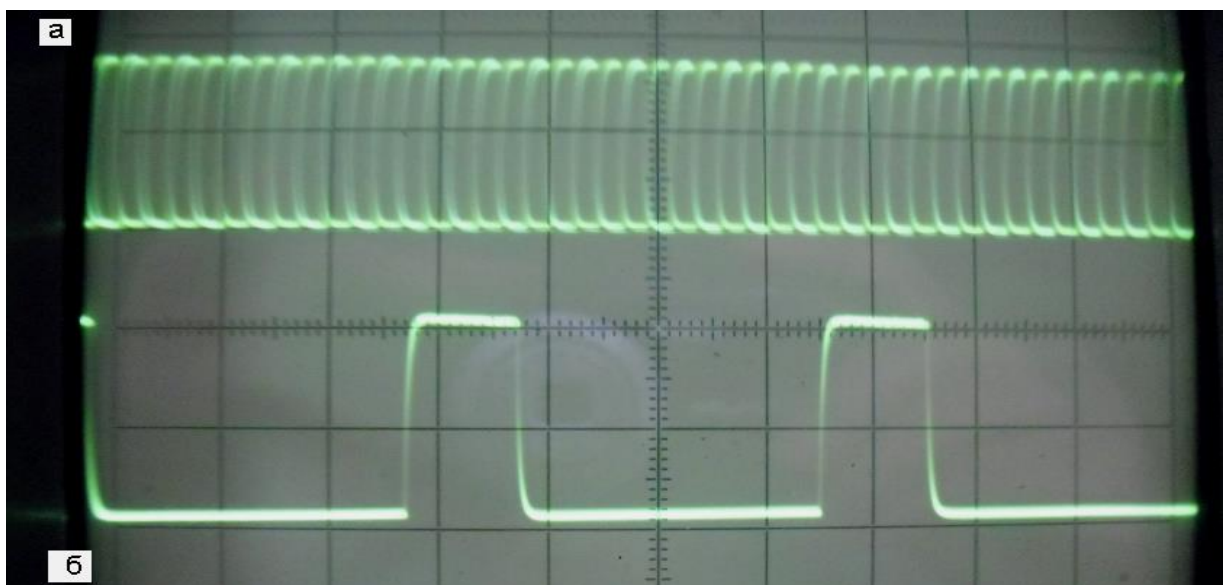
“Шовқин” тушинчаси аксарият холларда оқ шовқин деб тушинилади. Оқ шовқин шуниси билан характерланадики, унинг амплитуда спектори нормал қонун бўйича тақсимланган. Спектрал зичлик қуввати ҳамма частоталар учун бир хил. Шовқин, кенг маънода, тасодифий ва қисқа даврли ходисаларни ўз ичига олган халақитлардир.

Оқ шовқиндан ташқари, фликкер-шовқин ва импульсли шовқин сингари шовқин турлари мавжуд. Шовқин генераторларида асосан оқ шовқин қўлланилади, чунки бу шовқинни замонавий сигнални қайта ишлаш усуллари ёрдамида ҳам қайта филътраб олиш мушқил.

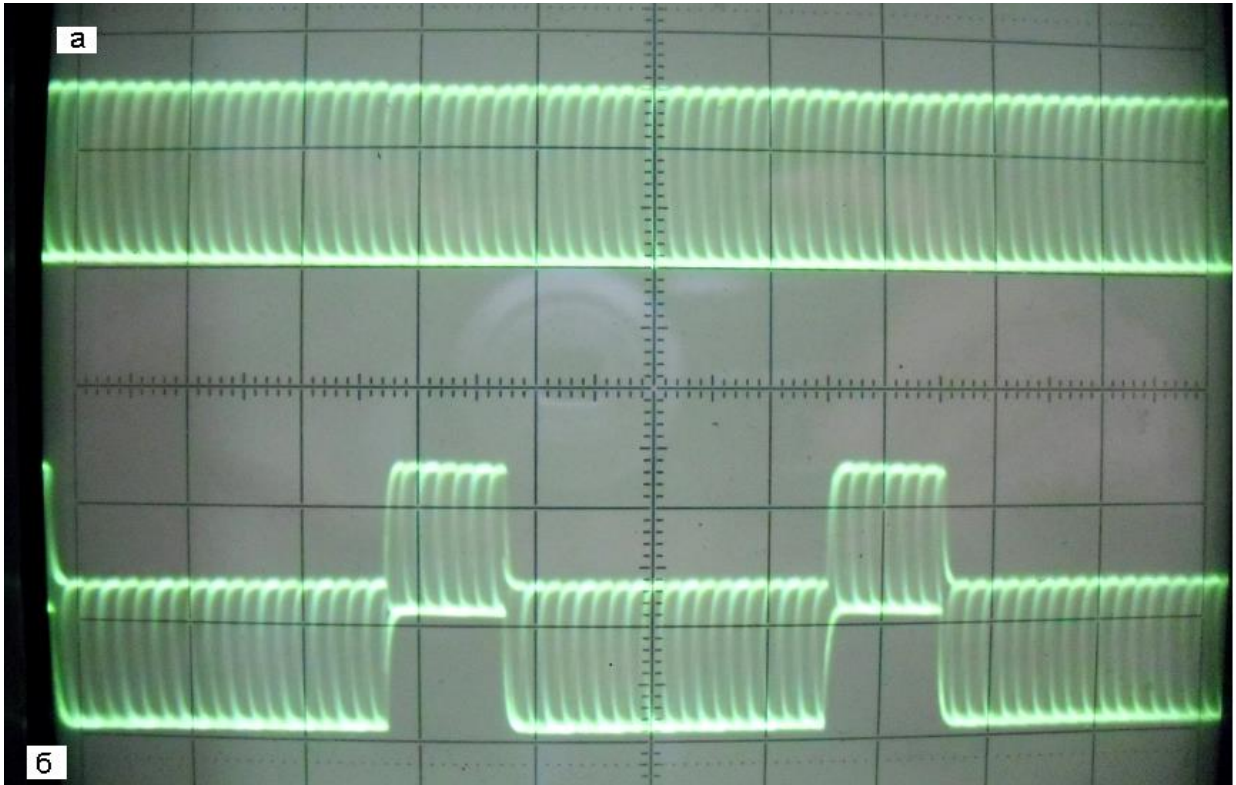
3.9-расм фотоэлектрик сигнал кучайтиргичи принципал схемаси келтирилган. 3.10.Фотоэлектрик кучайтиргич чиқишидаги фотоэлектрик сигналлар кучланиши формаси осциллограммаси ва 3.11.расмда фотоэлектрик кучайтиргич чиқишидаги фотоэлектрик сигналлар кучланиши формаси осциллограммаси, а – шовқин сигнал кучланиши формаси; б – информаион ва шовқин сигналлар суммаси келтирилган.



3.9-рaсм фотоэлектрик сигнал кучайтиргичи принципиал схемаси



3.10. Фотоэлектрик кучайтиргич чикишидаги фотоэлектрик сигналлар кучланиши формаси осциллограммаси



3.11.Фотоэлектрик кучайтиргич чиқишидаги фотоэлектрик сигналлар кучланиши формаси осциллограммаси, а – шовқин сигнал кучланиши формаси; б –информацион ва шовқин сигналлар суммаси.

3.Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи кодли шовқинлантириш усули ва техник воситалари самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминотни яратиш.

Оптик толали алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи кодли шовқинлантириш усули ва техник воситалари самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминотни яратиш учун Хэмминг кодини кўриб чиқайлик

Бу кодлар линия кодларига мисол бўлиб,битта хатони тўғрилаши мумкин.

Кодлар блоки куйдагича бўлади $n = 2^{(n-k)}$, бу ерда $n-k$ текширилаётган символлар сони.

Хэмминг коди бўйича ахборот битларини назорат қилайлик.

Таблица 4.1. Битларни назорат қилишга ва ахборотга бўлиниши

| Позиция | Қандай битлар билан назорат қилинади | |
|---------|--------------------------------------|--|
| 1 (A) | $2^0 = 1$ | Бу назорат бити, уни ҳеч ким назорат қилмайди. |
| 2 (B) | $2^1 = 2$ | Бу назорат бити, уни ҳеч ким назорат қилмайди. |
| 3 | $2^0 + 2^1 = 1 + 2 = 3$ | Бу назорат назорат қилинади. 1 ва 2 назорат битлари билан |
| 4 (C) | $2^2 = 4$ | Бу назорат бити, уни ҳеч ким назорат қилмайди |
| 5 | $2^0 + 2^2 = 1 + 4 = 5$ | Бу назорат назорат қилинади. 1 ва 4 назорат битлари билан |
| 6 | $2^1 + 2^2 = 2 + 4 = 6$ | Бу назорат назорат қилинади. 2 ва 4 назорат битлари билан |
| 7 | $2^0 + 2^1 + 2^2 = 1 + 2 + 4 = 7$ | Бу назорат назорат қилинади. 1, 2 ва 4 назорат битлари билан |
| 8 (D) | $2^3 = 8$ | Бу назорат бити, уни ҳеч ким назорат қилмайди |

Рид – Соломон кодлари

Рид – Соломон кодлари БЧХ кодлари таркибига киради , полином шаклидаги код шаклини ташкил қилади.

Бизга қуйдаги полином берилган бўлса

$$R(x) = (x^r M(x)) \bmod (G(x))$$

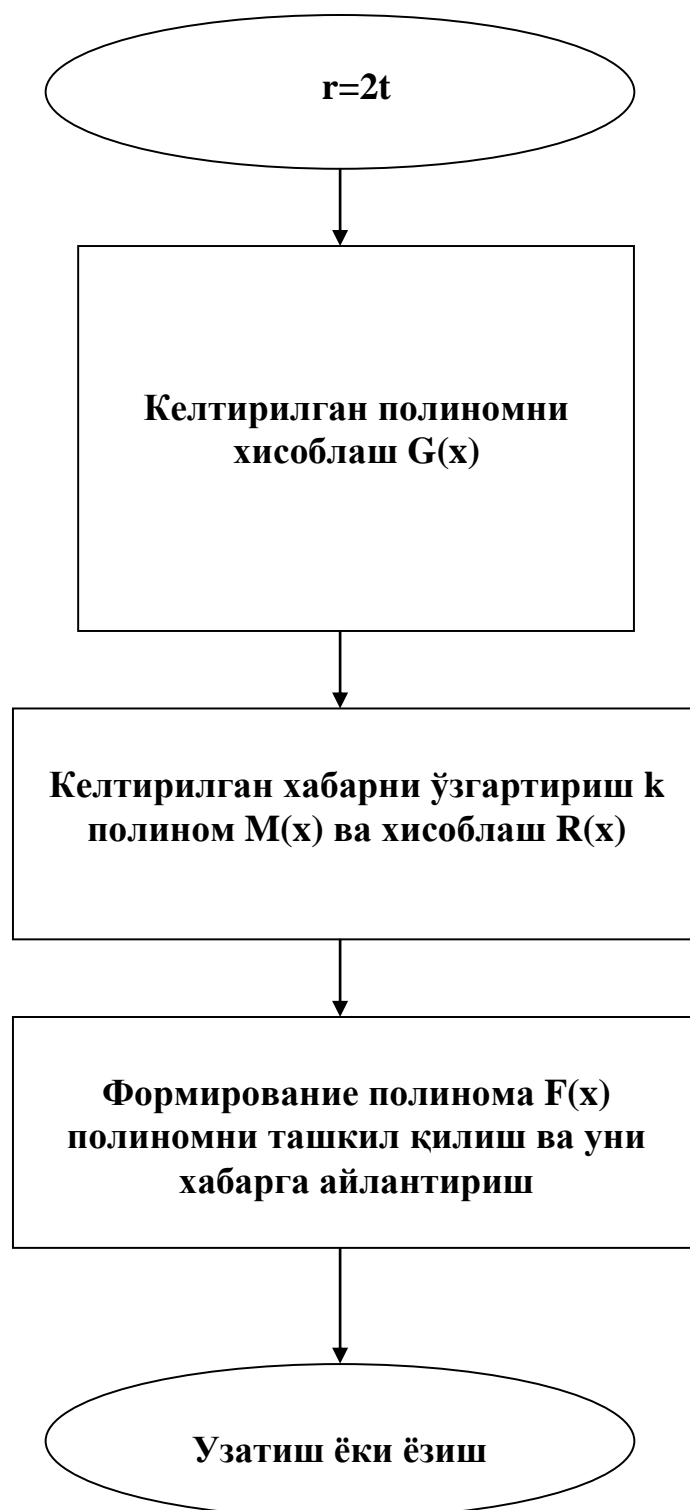
Бунда Рид-Соломон коди информационо полином коэффиценти $M(x)$ ва колдиғи $R(x)$, қуйдаги кўринишга эга бўлади:

$$M_{k-1} \dots M_0 \quad R_{r-1} \dots R_0$$

Рид-Соломон коди $F(x)$ кўринишида қуйдагича бўлади,:

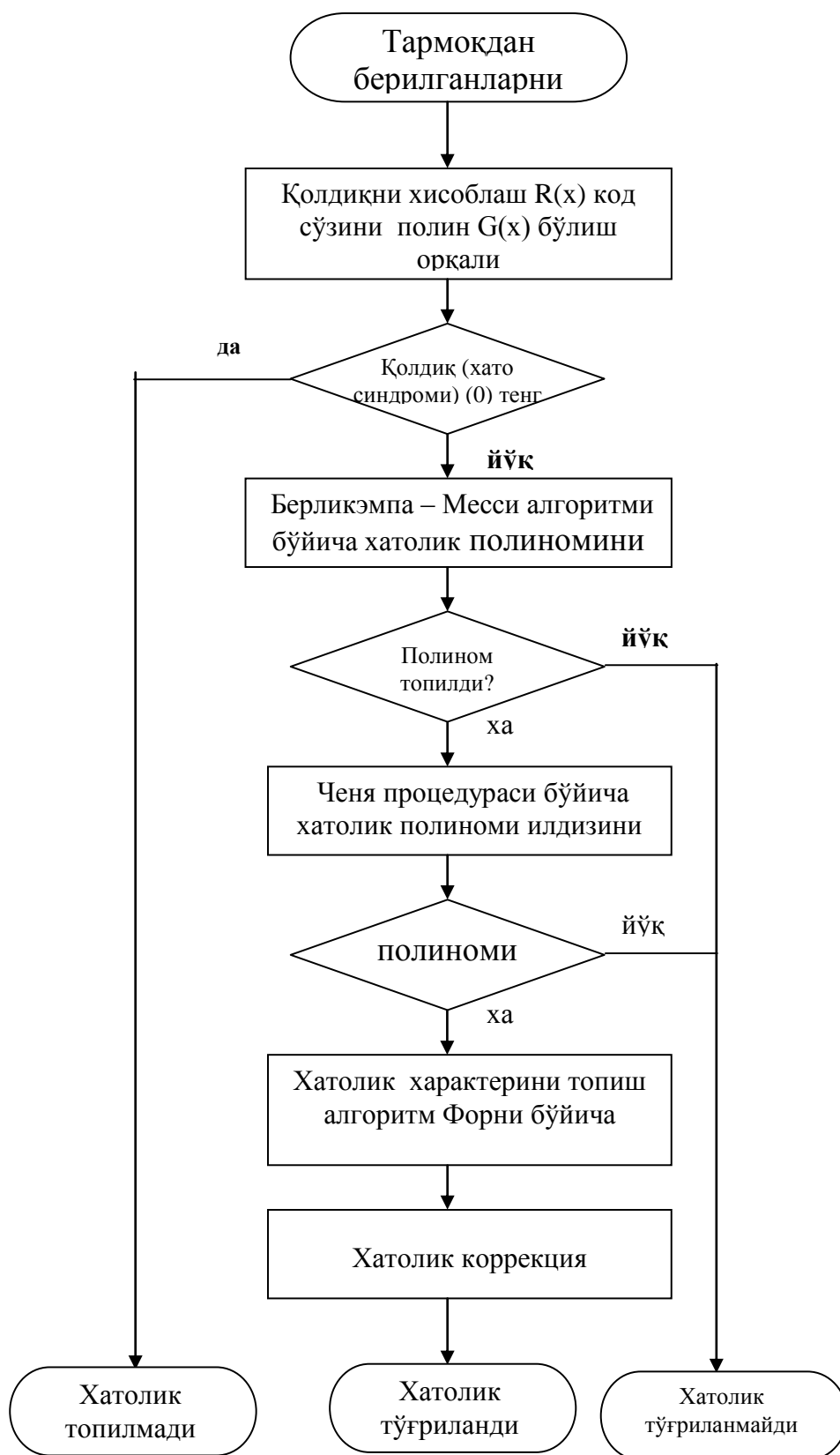
$$F(x) = (x^r M(x)) \bmod R(x)$$

Рид-Соломон кодини тадбиқ қилиш билан ахборотларни кодлашнинг алгоритм блок схемаси билан ахборотларни кодлашнинг алгоритм блок схемаси



Расм. 4.2. Рид-Соломон кодини тадбиқ қилиш

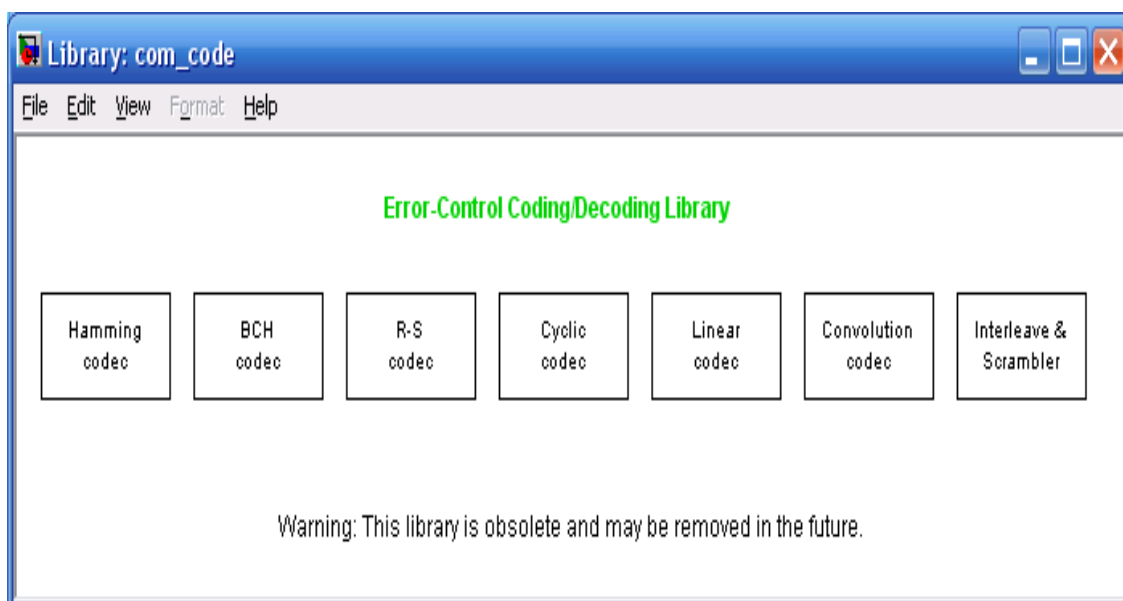
Рид-Соломон кодини декодирлаш алгоритми схемаси



Расм. 4.3. Блок-схема алгоритма декодирования кода Рида - Соломона

MATLAB мухитида Хемминг кодлари билан ишлашга мисол корректирловчи кодни қўллагандан алоқа канали моделини тузайлик, бунинг учун:

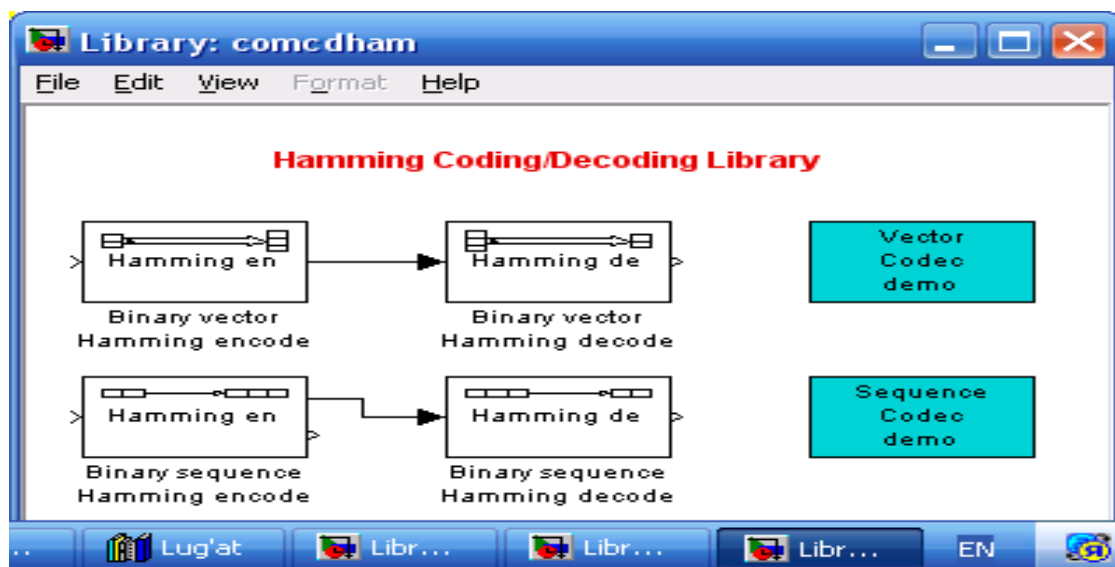
1. `commlib1` командасини қўллаб, экранда алоқа тизими структура схемасини чақирамиз ва Error control coding ахборот код блокини активлаштирамиз;



Расм. 4.4

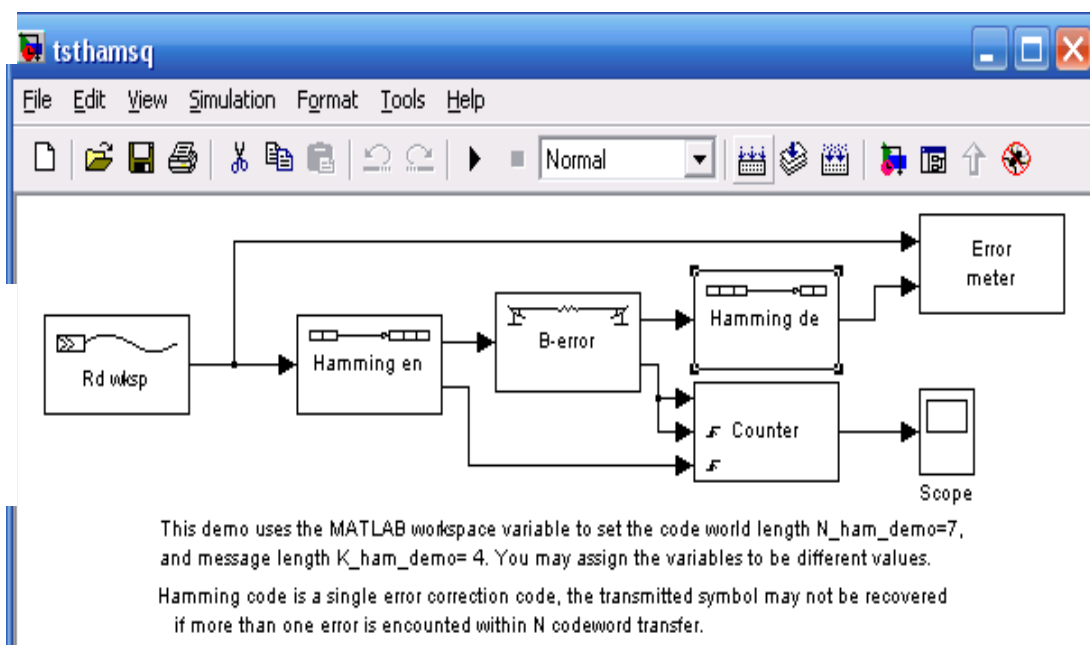
2. Хосил бўлган ойнада Demo Error-Control Coding/Decoding Library

Hamming codec ойнани танлаймиз;



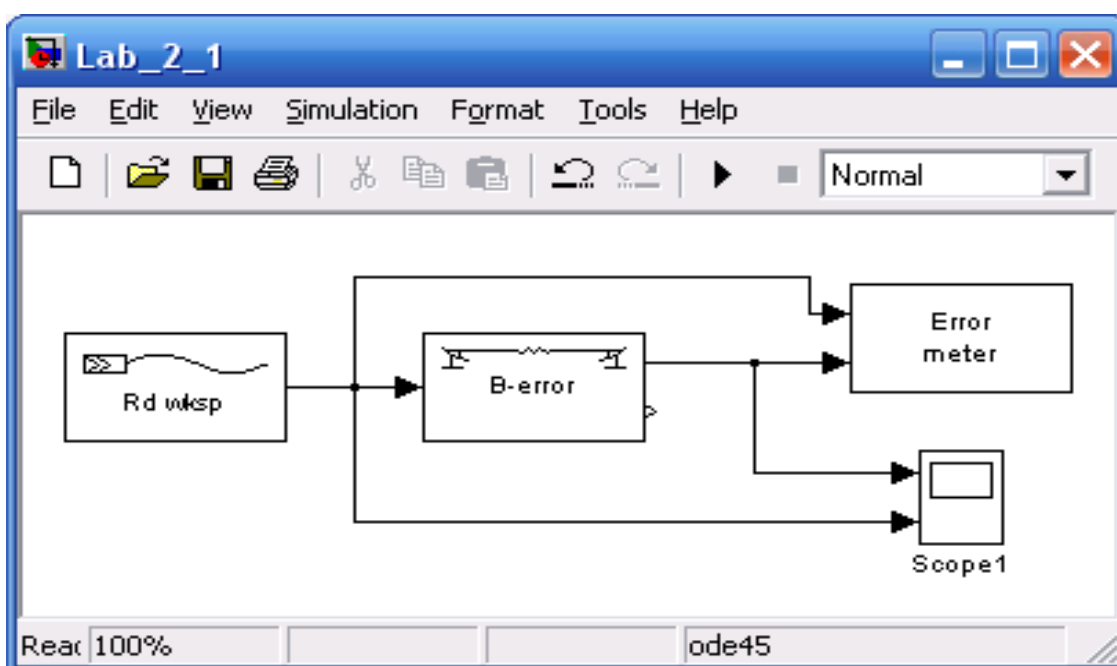
Расм. 4.5.

3. Янги ойнада код Хэмминг танланади Binary sequence Hamming encode;
4. Кўк ранг активлаштирилади , у эталон моделни хосил қилишни таъминлайди n,k-кодга (7,4) Sequence Codec demo;



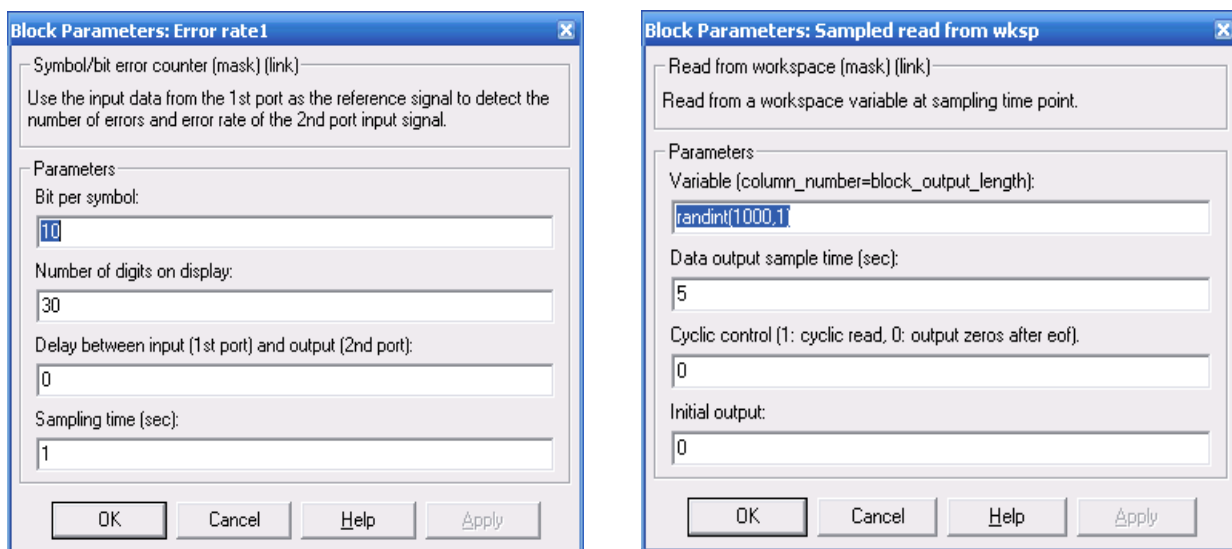
Расм. 4.6

5. Асосий менюдаги янги ойнадаги File сўзини активлаштирамиз ва хосил бўлган менюда New очамиз, кейин меню ўнгида Model очамиз.
6. Қуйдаги намунадаги модел тузилади.



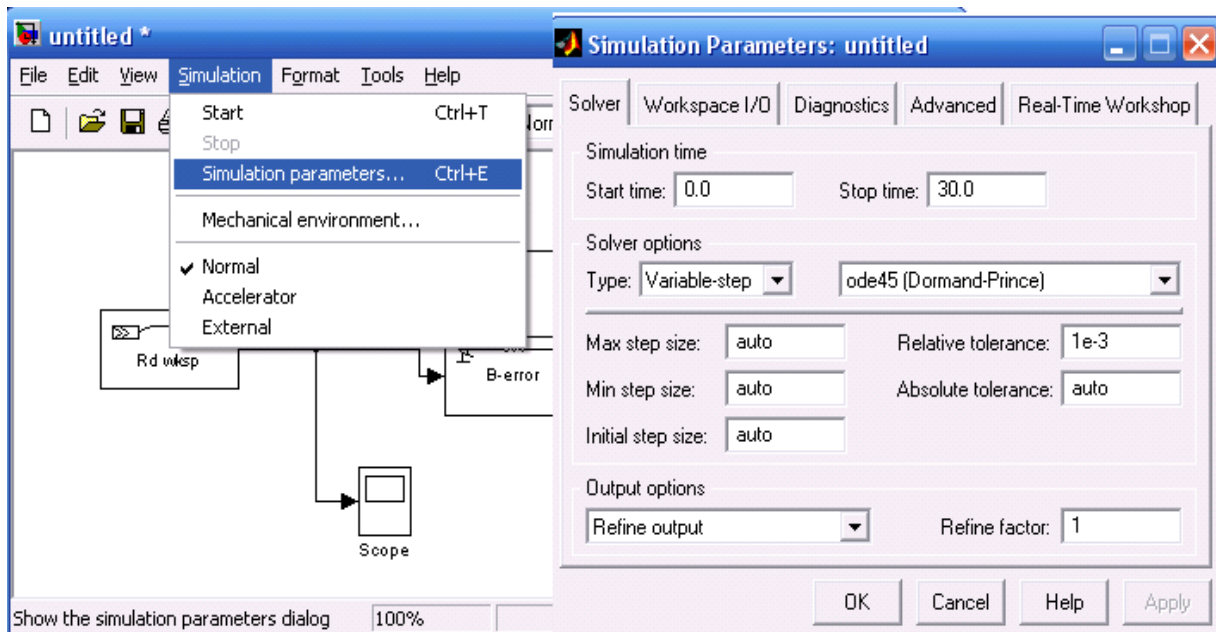
Расм. 4.7. Иккилик каналини синаш модели

7. Моделни ўрнатишдан аввал хар бир блок учун параметрлар ўрнатилади. Ушбу процедурани бажариш учун керакли блок танланиб сичқонча чап тугмаси икки марта босилали.



Расм.4.8. Панеллар тури

8. Моделлаштириш вақтини ўрнатиш учун асосмй модел менюсидан Simulation командаси топилади. Активлашгандан сўнг Simulation parameters босилади. Это приводит к появлению панели Simulation parameters панелини пайдо қилади.



Расм. 4.9. Моделлаштириш вақтини тугашини ўрнатиш

Моделни ишга туширсак статик берилганлар билан экран пайдо бўлади.

| File | Edit | View | Insert | Tools | Window | Help |
|--------------------|------|------|--------------|-------|--------|------|
| Sender | | | Receiver | | | |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 1 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 1 | | | | | | 1 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 0 |
| 0 | | | | | | 1 |
| 0 | | | | | | 0 |
| Symbol Transferred | | | 31 | | | |
| Error Number | | | 2 | | | |
| Error Rate | | | 0.064516129 | | | |
| Bit Transferred | | | 310 | | | |
| Error Number | | | 2 | | | |
| Error Rate | | | 0.0064516129 | | | |
| Reset error count | | | Close | | | |

Расм. 4.10. Тадқиқот натижалари

Чап колонка Sender ахборот датчиги чиқишидаги иккилик символлар кетма кетлигини кўрсатади. Ўнг колонка Receiver ахборотларни қабул қилиш натижаларини демонстрация қилади. Бу колонкада қизил ранг билан қабул қилинган хато символлар белгиланган.

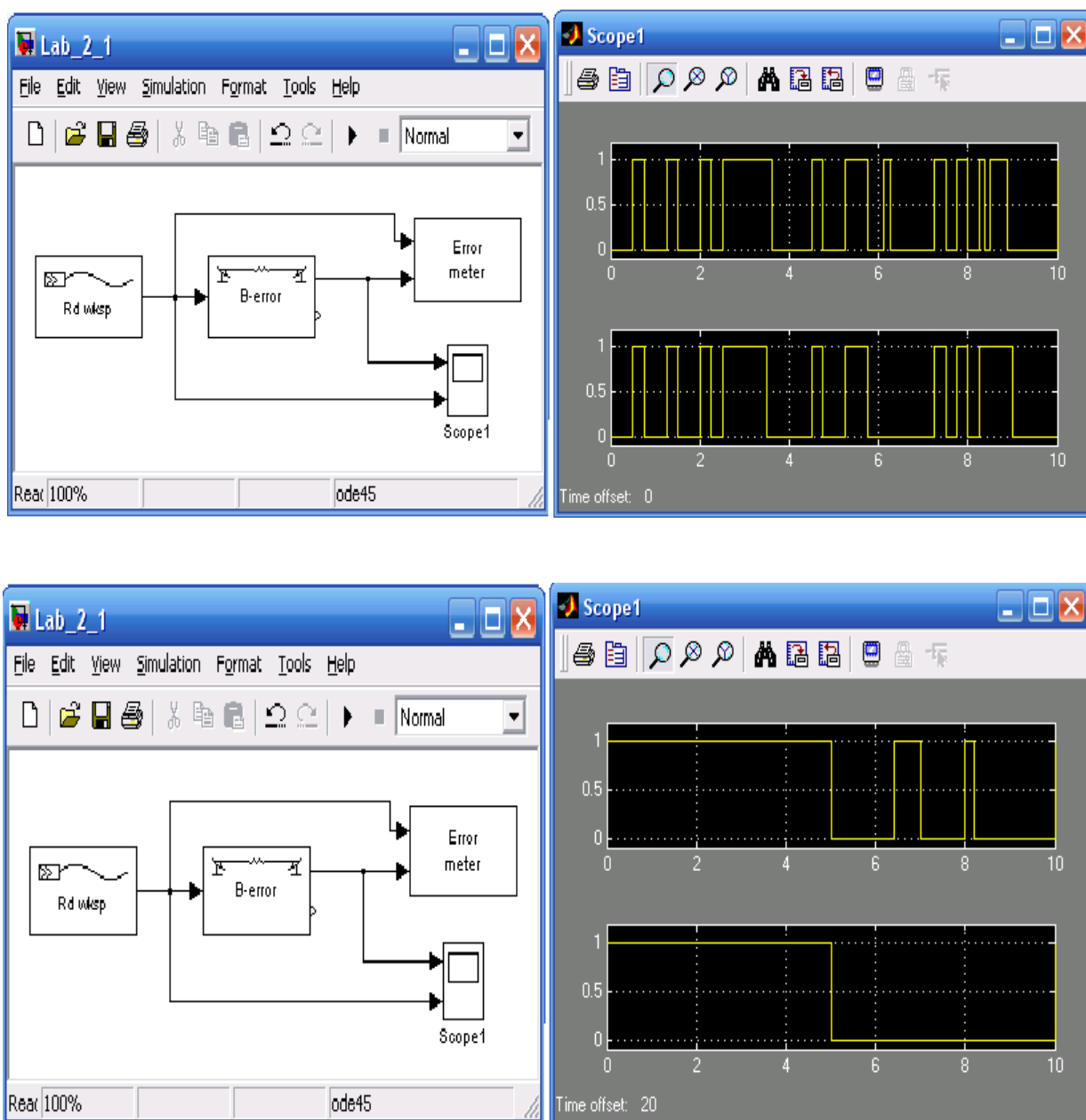
Панел пастки қисмида сарик ранг билан узатилган комбинациялар сони ва узатилган символлар сони келтирилган.:

Symbol Transferred – умумий узатилган комбинациялар сони;

Error Number – комбинациялар сони хатоликлар билан;

Error Rate – хатоликлар эхтимоллиги.

10. Сигналлар осциллограммасини олиш учун осциллограф Scope 1 майдони босилади.



Расм. 4.11. Осциллограф эрани умумий кўриниши

BCH Code Generated by Default Primitive Polynomial

File Edit View Insert Tools Window Help

| N | K | T | N | K | T | N | K | T |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 7 | 4 | 1 | 255 | 199 | 7 | 511 | 358 | 18 |
| 15 | 11 | 1 | | 191 | 8 | | 349 | 19 |
| | 7 | 2 | | 187 | 9 | | 340 | 20 |
| | 5 | 3 | | 179 | 10 | | 331 | 21 |
| 31 | 26 | 1 | | 171 | 11 | | 322 | 22 |
| | 21 | 2 | | 163 | 12 | | 313 | 23 |
| | 16 | 3 | | 155 | 13 | | 304 | 25 |
| | 11 | 5 | | 147 | 14 | | 295 | 26 |
| | 6 | 7 | | 139 | 15 | | 286 | 27 |
| 63 | 57 | 1 | | 131 | 18 | | 277 | 28 |
| | 51 | 2 | | 123 | 19 | | 268 | 29 |
| | 45 | 3 | | 115 | 21 | | 259 | 30 |
| | 39 | 4 | | 107 | 22 | | 250 | 31 |
| | 36 | 5 | | 99 | 23 | | 241 | 36 |
| | 30 | 6 | | 91 | 25 | | 238 | 37 |
| | 24 | 7 | 87 | 26 | 229 | 38 | | |
| | 18 | 10 | 79 | 27 | 220 | 39 | | |
| | 16 | 11 | 71 | 29 | 211 | 41 | | |
| | 10 | 13 | 63 | 30 | 202 | 42 | | |
| | 7 | 15 | 55 | 31 | 193 | 43 | | |
| 127 | 120 | 1 | 47 | 42 | 184 | 45 | | |
| | 113 | 2 | 45 | 43 | 175 | 46 | | |
| | 106 | 3 | 37 | 45 | 166 | 47 | | |
| | 99 | 4 | 29 | 47 | 157 | 51 | | |
| | 92 | 5 | 21 | 55 | 148 | 53 | | |
| | 85 | 6 | 13 | 59 | 139 | 54 | | |
| | 78 | 7 | 9 | 63 | 130 | 55 | | |
| | 71 | 9 | 511 | 502 | 121 | 58 | | |
| | 64 | 10 | 493 | 2 | 112 | 59 | | |
| | 57 | 11 | 484 | 3 | 103 | 61 | | |
| | 50 | 13 | 475 | 4 | 94 | 62 | | |
| | 43 | 14 | 466 | 5 | 85 | 63 | | |
| | 36 | 15 | 457 | 6 | 76 | 65 | | |
| | 29 | 21 | 448 | 7 | 67 | 67 | | |
| | 22 | 23 | 439 | 8 | 58 | 69 | | |
| | 15 | 27 | 430 | 9 | 49 | 73 | | |
| | 8 | 31 | 421 | 10 | 40 | 75 | | |
| 255 | 247 | 1 | 412 | 11 | 31 | 109 | | |
| | 239 | 2 | 403 | 12 | 28 | 111 | | |
| | 231 | 3 | 394 | 13 | 19 | 119 | | |
| | 223 | 4 | 385 | 14 | 10 | 121 | | |
| | 215 | 5 | 376 | 15 | | | | |
| | 207 | 6 | 367 | 16 | | | | |

N: code word length; K: message length; T: error-correction capability

Расм. 4.12. BCH кодлари тадқиқи натижалари

Хулоса.

Замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ҳаётга тадбиқ этилиши, фан техниканинг жадал ривожланиши билимларни мустақил эгаллаш вазифасини қўяди.

Маълумки, юқори тезликдаги сигналларни узатиш ва қабул қилиб олиш учун юқори даражада ўтказиш қобилиятига эга бўлган йўналтирувчи муҳит бўлиши керак. Бундай талабларга жавоб берадиган оптик алоқа воситаларига тенг келувчи воситалар ҳозирги кунда мавжуд эмас. Бундан ташқари, оптик алоқа тизимлари орқали катта ҳажмдаги ахборотларни хоҳлаган масофаларга узатиш мумкин.

Шунингдек оптик алоқа жамиятни ахборотлаштириш жараёнини ривожлантирувчи мукамал ва истиқболли алоқа воситасидир.

Толали оптик алоқа тармоғи - бу тугунлар ораси оптик алоқа линиялари орқали боғланган алоқа тармоғидир.

Ахборотни толали оптик алоқа линиялари орқали узатиш мис кабеллар ва бошқа узатиш муҳитларига қараганда бир қанча афзалликларга эга. Шу афзалликлари туфайли толали оптик алоқадан нафақат телефон алоқасини ташкил этишда, балки телевидениеда, овоз эшиттиришларини узатишда, ҳисоблаш техникасида, маълумот узатишда ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилмоқда.

Толали оптик алоқада узатиш канали сифатида қўлланиладиган оптик толаларнинг афзалликлари қуйида келтирилган.

1) Толали оптик алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминловчи кодли шовқинлантириш усулининг замонавийлиги асосланди.

2) Ўтказиш оралиғи кенглиги. Битта оптик тола бўйлаб секундига бир неча терабит ахборотлар оқимини узатиш имконияти мавжуд. Оптик алоқанинг мис ва бошқа ахборот узатиш муҳитларидан устун турувчи энг муҳим афзаллигидир ва бу диссертация ишини тайрлашда муҳимли хисобланган.

3) Оптик тола диэлектрик материаллар – кварц, кўп таркибли шиша, полимерлардан тайёрланганлиги учун у электромагнит нурланишни индукциялаш хусусиятига эга, атрофидаги мис кабелли тизим ва электр қурилмаларнинг (электр узатиш линиялари, электродвигателли ускуна ва бошқалар) ташқи электромагнит шовқинларига таъсирчан эмас. Шунингдек, кўп толали оптик кабелларда кўп жуфтли мис кабелларга хос электромагнит нурланишларнинг ўзаро таъсири каби муаммолар юзага келмаслиги ҳисобланган.

4) Оптик алоқа тизимларларида ахборот хавфсизлигини таъминлаш услублари ва воситаларининг афзалликлари ва камчиликлари таҳлил қилинган.

5) Рақамли оптик алоқа тизимлари линия кодларининг тузилиши тактли синхронизация импульсларини шакллантириш учун рақамли сигнал таркибидан тактли частотани осонгина ажратиб олиш қулайлигини ҳисоблаб чиқилди

6) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи кодли шовқинлантириш усули ишлаб чиқилди. Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан самарали ҳимояловчи қурилма блок схемаси ва принципиал схемаси ишлаб чиқилди.

7) Оптик алоқа линияларида ахборотни рухсат этилмаган таъсиридан ҳимояловчи қурилма самарадорлигини баҳоловчи дастурий таъминот ишлаб чиқилди.

8) MATLAB муҳитида Хемминг кодлари тадқиқи натижалари келтирилди ва олинган натижаларни диссертация ишини тайрлашда кўрсатиб ўтганман .

9) MATLAB муҳитида Рид Саламон кодлари тадқиқи натижалари келтирганман.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т. Ўзбекистон, 2009. - 56 б.
2. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: 0-75 Учебник для вузов В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов и др.; Под ред. В. Н. Гордиенко и В. В. Крухмалева. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 510 с: ил.
3. Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 1997 й., 9-сон, 225-модда) “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” қонуни.
4. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Компьютер-лаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш тўғрисида” 2002 йил 30 майдаги ПФ-3080-сон фармони.
5. И.Каримов И.А. Юксак маънавият-енгилмас куч. - Т.; «Маънавият», 2008 й.
6. Умумий ўрта таълимнинг Давлат таълим стандарти ва ўқув дастури.-Т.: "Таълим тараққиёти" журнали, 1999 йил 3-сон.
7. УЎТ Давлат таълим стандартлари: ИХТА асослари фани бўйича дастури. -Тошкент, 2006 й.
8. Информатика. 5-синф учун дасрлик.-Т.: «Аср- матбуот» нашриёти, 2006 й.
9. Бахромов А.А. Малака ошириш тизимида янги ахборот технологиялари. «Халқ таълими» журнали, 4- сон, 2000 й,
10. Ғулломов С. Ахборот тизимлари ва технологиялари.-Т.: «Шарқ», 2000 й.
11. Марахимов А.Р., Раҳманкулова С.И. Интернет ва ундан фойдаланиш. Тошкент, 2001 й.
12. Орипов М., Хайдаров А. Информатика асослари.-Т.: «Ўқитувчи», 2002 й.
13. Абдукодиров А., Хаитов А., Рашидов Р. Ахборот технологиялари.- Т.: «Ўқитувчи», 2002 й.

14. Назиров Ш.А., Қобулов Р.В. ва бошқалар. Компьютер ва офис жихозларидан фойдаланиш.-Тошкент, 2007 й.
15. Назиров Ш.А., Қобулов Р.В. Объектга мўлжалланган дастурлаш.-Тошкент, 2007 йил.
16. А.Х.Нишанов, О.Б.Рўзибоев “Ўқув жараёнида баҳолаш ва унинг моҳияти”. Фан ва таълимда ахборот коммуникацион технологиялари Республика илмий-техник конференцияси Тошкент-2010й
17. Надеждин О. Основы компьютерные анимации: монография/ О. Надеждин. -М.: Маёр, 2004. -416 с
18. Блинова Т. А. Компьютерная графика : учебное пособие/ Т. А. Блинова, Под ред. В. Н. Порева. -К.; СПб.; К.: Юниор;" Корона-ПРИНТ"; "Век+", 2006. -520 с
19. Мельниченко В. В. Компьютерная графика и не только... : Руководство пользователя/ В. В. Мельниченко, В. В. Легейда. -Киев; СПб.; Киев: ВЕК+; "Корона принт"; "НТИ", 2005. -560 с.
20. Попов В.Б. Основы информатсионных и телекоммуникационных технологий: Учеб. пособие для учащихся сред. проф. заведений/ В. Б. Попов. -М. : Финансы и статистика. -2005 Кн. 6 : Введение в компьютерную графику. -2005. -128 с.
21. Порев, Виктор Компьютерная графика : монография/ В. Порев. -СПб.: БХВ-Петербург, 2005. -432 с.
22. Бройдо В.Л. “Вычислительные системы, сети и телекоммуникации”, издательство "Питер" 2002
23. Кирмаер М. “Мультимедиа”, издательство “БХВ – Санкт - Петербург” 1994.
24. Н.В.Макарова и др. Информатика. / Под ред/ Н.В.Макаровой/ М.: Финанси и статистика, 2003г. 768 с.
25. Мартин Фаулер. Архитектура корпоративних программних приложений. М.: “Вильямс”, 2004 -544с

26. Ньомен У., Спрулл Р. “Основы интерактивной машинной графики” М., 1987г.
27. Поляков Д. М. “Программирование среде Turbo Pascal 5.5”. М. 1995г
28. Б. Керниган, Д. Ритчи “Язык программирования СИ”, М.”Финансы и статистика”, 1992г
29. А.В. Умаров “Компьютер графикаси”, Т., 1997й.
30. Ю.И. Гагарин. Матем. Модели и алгоритмы быстрых ортогональных преобразований. Уч. Пос. Санкт-Петербург, 1999г.
31. А. Манько, В. Каток, М. Задорожний. Защита информации на волоконно-оптических линиях связи от несанкционированного доступа. Научно-инженерный центр линейно-кабельных сооружений Киевского института связи при Государственном комитете связи и информатизации Украины, г. Киев 2001.
32. В.В. Гришачев, В.Н. Кабашкин, А.Д. Фролов. Анализ каналов утечки информации в волоконно-оптических линиях связи: нарушение полного внутреннего отражения. Информационное противодействие угрозам терроризма: Научн.-практ.журн., №4, 2005. С. 194 – 204.
<http://www.contrterror.tsure.ru/>
33. В.В. Гришачев, В.Н. Кабашкин, А.Д. Фролов. Физические принципы формирования каналов утечки информации в волоконно-оптических линиях связи. Информационное противодействие угрозам терроризма: Научн.-практ.журн., №3, 2004. С. 74 – 76. <http://www.contrterror.tsure.ru/>
34. И.А. Булавкин. Вопросы информационной безопасности сетей PON. ЦНИИС 2006
35. M. Médard, D. Marquis, R.A. Barry, S.G. Finn, “Security Issues in All-Optical Networks”, IEEE Network Magazine, May 1997.
36. D. Marquis, M. Médard, S. G. Finn, R. A. Barry, "Physical Security Considerations in All-Optical Networks", SPIE Proceedings, November 1997, Dallas, Texas. <http://www.ll.mit.edu.org>

37. Muriel Médard, Douglas Marquis, and Stephen R. Chinn. Attack Detection Methods for All-Optical Networks. 1998. <http://www.ll.mit.edu.org>
38. Ruth Bergman Muriel Médard Serena Chan. Distributed Algorithms for Attack localization in all-optical networks. 1997
39. Muriel Médard. Security issues for all-optical networks. 1998.
40. К.Е. Румянцев, И.Е. Хайров. Передача конфиденциальной информации по волоконно-оптическим линиям связи, защищенная от несанкционированного доступа. Информационное противодействие угрозам терроризма: Научн.-практ. журн., №1, 2003. С. 72 – 79. <http://www.contrterror.tsure.ru/>
41. International Telecommunication Union, ITU-T recommendations. <http://www.itu.int/itu-t>
42. Мамасодиков Ю., Кулдашев О.Х., Мамасодикова З. «Анализ методов съема информации в волоконно-оптических линиях связи» // Республиканский семинар «Информационная безопасность в сфере связи и информатизации. Проблемы и их решения», Ташкент, 2010.
43. Кулдашев О.Х., Полвонов Ф. «Обеспечение информационной безопасности в волоконно-оптической линии связи» // «Саноат ишлабчиқаришни ривожлантириш, модернизациялаш ва янгилашнинг устувор йўналишлари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуманининг Материаллари., Фарғона, 2009.
44. Мухитдинов М., Мусаев Э. С. Светоизлучающие диоды и их применение. - М.: Радио и связь, 1988.
45. Гауэр Дж. Оптические системы передачи. Пер с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 501 с.
46. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). – М.: Радио и связь, 2000. – 468 с.
47. Яковлев Ю.П., Зотова Н.А., Кулдашев О.Х. «Высокоэффективные светодиоды для неразрушающего контроля концентрации газов» //

- Материалы международной конференции по фотоэлектрическим и оптическим явлениям в полупроводниковых структурах. Фергана, 2006.
- 48.Кулдашев О.Х. «Светодиоды новые технологии рынка освещения»
- 49.«Саноат ишлаб чиқаришни ривожлантириш, модернизациялаш ва янгилашнинг устувор йўналишлари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуманининг Материаллари., Фарғона, 2009.
- 50.Оптик алоқа асослари: ўқув қўлланма / Г.Х. Миразимова, Р. Исаев масъул муҳаррирлиги остида. – ТАТУ, «Алоқачи» нашриёт-матбаа марказида чоп этилган, 2006. – 114б.
- 51.Павлов И.П., Снегов А.Д. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным разделением. Часть 1. Принципы построения аппаратуры: Учебное пособие / МТУСИ.- М.: 2003. -31с.
- 52.ITU-T Rec. G.692 - Optical interfaces for multi-channel systems with optical amplifiers (10.98). Corrigendum 1, 2 (01.00, 06.02)
- 53.ITU-T Rec. G.957 - Optical Interfaces for Equipments and Systems Relating to the SDH (7.95). Amendment (12.03).
- 54.Снегов А.Д., Шарафутдинов Р.М. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным разделением. Часть 2. Принципы построения и проектирования сетей связи с аппаратурой ВОСП-СР: Учебное пособие / МТУСИ.- М.: 2004. -30с.
- 55.Р.Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. М.: Эко-Трендз 2001г., 267с.
- 56.Three All-Optical Networks Types. IBM, 1995,
57. <http://www.research.ibm.com/wdm/motive/roadmap.html>
- 58.J.Hudgings & J.Nee. “WDM All-Optical Networks EE228A Project Report”, EE228A Project Report, 1996,
59. <http://www-bsac.eecs.berkeley.edu/~jnee/ee228a>
- 60.L.A. Backman. “Application in Optical Communication: Optical Transmission of Millimeter – Wave Signals; and, An All – Optical Wavelength – Router Switching Network”. Ph.D. thesis. University of California, Berkeley, 1996

- 61.**A. Budman, E. Eichen, J. Schalafer, R. Olshansky and F. McAleavey. “Multigigabit Optical Packet Switch for Self – routing Network with Subcarrier Addressing”, in OFC’92 (San Jose, CA) 1192, paper Tu04, pp.90-91
- 62.**D.J. Blumenthal, P.R. Prucnal, and J.R. Sauer. “Photonic Packet Switches: Architecture and Experimental implementations”. Proceedings of the IEEE, vol.82,no.11, November, 1994, pp. 1650-1665.
- 63.**Авниш Бансал. Технология оптической коммутации. LightWave Russian Edition №2 2006.
- 64.**Дэвид Гринфилд. Оптические сети. К.: ООО «ТИД «ДС», 2002. – 256 с.
- 65.**Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. - 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. - М.: ООО "Волоконно-оптическая техника", 2005. - 576 с.
- 66.**Бородай П.Н. Принципы построения оптических коммутаторов. Информация и космос, №4-2006
- 67.**[Леонид Бараш](http://itc.ua/node/23945/). MEMS в оптических сетях. 11 апреля 2006 г., <http://itc.ua/node/23945/>
- 68.**Мадрахимов А., Маннонов М., Оптоэлектронное двухволновое устройство для контроля концентрации углеводородов в воздухе.
- 69.**I Международной научно-технической конференции «Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях»,
- 70.**Тольятти, 2013
- 71.**Маннонов М.И., Эргашев О.М. Защита информации в волоконно-оптических линиях связи на основе кодового зашумления. “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, катта илмий ходим-изланувчи ва мустақил тадқиқотчилар” илмий-амалий анжумани, Фарғона,2014
- 72.**Маннонов М.И., Эргашев О.М., Садыкова М. Информационная защищенность волоконно-оптических линий связи. «Глобаллашув жараёнида ахборот хавфсизлиги: информация таҳдид ва мафкуравий

- иммунитет масалалари» республика илмий – амалий анжумани материаллари, Фарғона, 2013 йил 20 февраль
73. Кулдашов О.Х., Маннонов М.И., Эргашев О.М. Противоположный режим распространения информационного и шумового импульсных сигналов в оптическом волокне. Научно-технический журнал ФерПИ, 2014., №2. –61-66-с.
74. Маннонов М.И., Насриддинов Ж.Ж. Защита информации в волс на основе оптического зашумления “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, катта илмий ходим-изланувчи ва мустақил тадқиқотчилар” илмий-амалий анжумани, ТАТУ, Тошкент, 2014
75. Маннонов М.И., Эргашев О.М. Способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи. “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, катта илмий ходим-изланувчи ва мустақил тадқиқотчилар” илмий-амалий анжумани, ТАТУ, Тошкент, 2014
76. www.lex.uz (Ўзбекистон Республикаси қонунлар тўплами)
77. www.edu.uz (Ўзбекистон Республикаси таълим тизими)
78. www.ziyonet.uz (таълим портали)
79. www.tuit.uz (Тошкент ахборот технологиялари университети)
80. www.tatuff.uz (Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали)
81. www.wikipedia.ru (жаҳон энциклопедияси)
82. www.demiart.ru (чизмачилик асослари)
83. www.parallelgraphics.com (параллел графиклар асослари)
84. www.color-wheel-pro.com (ранглар назарияси асослари)
85. www.webdesignerledger.com (веб-дизайнчилар учун портал)
86. www.grafika.uz. (графика бўйича универсал портал)
87. www.jpeg.org (jpeg асослари)
88. www.compression.ru (архивлаш, сиқиш алгоритмлари)
89. www.3dmekanlar.com (Виртуал саёҳат портали)