**Кириш**

FTTH (ингл. FIBER-TO-THE-HOME – уйгача оптик тола) – юқори ўтказиш қобилиятига эга тор тармоқлар кичик ва ўрта бизнес фойдаланувчилари орасидаги биринчи ва сўнгги миля масаласини техник жиҳатдан ҳал қилади. Хизмат кўрсатувчи провайдерда мавжуд бўлган инфратузилмага катта таъсир қилмасдан хизмат кўрсатишни модернизация қилиш мақсадида FTTH тизимларини жорий қилиш катта аҳамиятга эга. PON (ингл. Passive optical network – пассив оптик толлали тармоқ) хизмат кўрсатувчи провайдер марказий биносидан кичик ва ўрта бизнес фойдаланувчилари биноларигача бўлган масофада биринчи ва сўнгги миля уланишини юқорида келтирилган омилларга асосланиб амалга ошириш учун мос келади [1].

Уч турдаги хизматлар (Интернет , IP-телефония, кенг полосали видео) бир хизматда жамланиши фойдаланувчилар учун қулай эканлиги кузатилмоқда [2]. Хизматлардан фойдаланишга бўлган эҳтиёж тараққиётга олиб келади, натижада “қуйи каналдаги тезлик юқори каналдаги тезликдан катта бўлиши керак деган” фикрлар афсонага айлаnmоқда. Бунга сабаб нуқтадан-нуқтага алоқа қилувчи иловалар орқали 1.2Gb/s юқори аниқликдаги ёки 6Gb/s ўта юқори аниқликдаги фильмларни алмашиниш [3], икки томонлама ишловчи медицина соҳасининг ахборот тизимлари, теледиагностика ва жарроҳлий ахборот тизимларини қўллаш кенг тарақлишидир. Хизмат кўрсатишнинг турлари, маълумот узатиш тезликлари ва хизмат кўрсатиш сифатига бўлган талаб фойдаланувчиларнинг шахсий талабларига нисбатан ўрнатилиши керак. Юқори каналдаги катта тезлик талаб бўйича ёки доимий равишда таъминлаnmаса нуқтадан-нуқтагача иловаларни ишлатувчи фойдаланувчилар эҳтиёжи тўла равишда қондирилмайди. Натижада маълумотлар алмашиниши полоса кенглига эхтиёж ортиб боради. Оддий фойдаланувчилар ва нуқтадан-нуқтагача иловаларни ишлатувчи фойдаланувчилари орасида маълумот алмашиши тезлиги танқислиги юзага келади. Шуниннг учун, яқин келажакда FTTH хизматларини такомиллаштириш режасига юқори каналдаги маълумот узатиш тезлигини ошириш вазифаси киритилган. Ушбу вазифани бажариш учун гигабит-симметрик FTTH концепцияси яратилди.

Ҳозирги кунда ATM PON [1], Ethernet PON (E-PON) [2] каби TDM PONларни қўллаш кенг тарқалмоқда. Қўлланилаётган TDM PON тармоқлари 8дан 32гача фойдаланувчилар учун 155 Mbit/s дан 1 Gbit/s гача маълумот алмашиниш тезлигини таъминламоқда. Шунга қарамай TDM PON тармоғи юқори канали полоса кенглиги фойдаланувчилар учун умумий бўлгани учун алоҳида фойдаланувчиларнинг юқори канал полоса кенглиги чеклангандир. Вақт бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олишга (TDMA) асосланган PON тизимида бир вақтнинг ўзида барча фойдаланувчиларга гигабит тезлигида (TDMAда вақт бўйича ажратиш усули қўлланилганлиги сабабли) юқори канални тақдим этиб бўлмади. Бундан ташқари фойдаланувчиларга юқори канални турли маълумот узатиш тезликларида тақдим этиш мураккаб бўлади. Шундай экан гигабит-симметрик FTTH концепцияси учун TDM PON тармоқлари тўғри келмайди.

Тўлқин узунлиги бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (WDMA) юқори канал сиғимини оширишнинг муқобил усулидир. WDM PON оптик толали линия терминали (ингл. OLT - optical line terminal) ва ҳар бир фойдаланувчи орасида нуқтадан-нуқтагача алоқасини боғлайди ва ҳар бир фойдаланувчи учун алоҳида тўқин узунлигини белгилайди. Хизмат кўрсатувчи провайдерларнинг TDM PON тармоқларидан WDMA тармоқларига ўтиши оптик толали тармоқ узелларининг (ингл. ONU - optical network unit) нархи арзон бўлшига боғлиқ, OLT арзонлашиши эса WDMA тармоғи узелларига қўйиладиган стандарт талабларнинг Халқаро телекоммуникаци иттифоқи томонидан мукаммаллашиши (ITU) G.694-2 ва ишлаб чиқарувчилар томонидан ишлаб чиқаришга кенг тадбиқ этилишига боғлиқ [6] . Тўлқин узунлигининг сони 18га тенг бўлганда фойдаланувчилар ошиб бораётган кўп маротабали фойдалана олиш тизимлари учун етарли эмас. Оптик код бўйича ажратишли кўп маротабали фойдалана олишдан (ингл. Optical code-division multiple access - OCDMA) вақт ва частота бўйича ажратишдан фарқли ажратиш услубини қўллаш самаралироқдир. 1970 йил ўрталарида OCDMAни ўрганиш ва тадқиқ этиш бошланган бўлсада, 1980 йилга келиб амалий тажрибалар амалга оширилди. Бунинг сабаби OCDMAнинг айрим хусусияти, оптик кодер ва декодер, чегарани аниқловчи қурилмаларнинг танқислигида эди. Ҳозирги вақтда технологик тараққиёт сабабли оптик кодер ва декодерлар, чегарани аниқловчи қурилмалар кенг ишлаб чиқилмоқда [9]–[12].

Барча фойдаланувчилар умумий каналдан фойдаланилганда кўп маротабали фойдалана олиш интерференцияси (ингл. multiple access interference - MAI) ва бит бўйича шовқин юзага келади. OCDMAни FTTHда қўллаш учун MAI ва бит бўйича шовқинни камайтириш зарур бўлади. OCDMA тизиминда синовла амалга оширилган бўлиб [13], [14], ушбу мақолада OCDMA тизими ва унинг архитектураси, ишлаш принципи, код тузилмаси, тизим ишлаб чиқарувчанлигини ўрганиб чиқамиз. Сўнг гигабит-симметрик FTTH тизимлари учун WDM PON тармоқларида OCDMA тизимини қўллаш лойиҳасини кўриб чиқамиз, тизим архитектураси ва WDM каналлари орасидаги ўзаро халақитларни таҳлил қиламиз. Спектрал қайтишлар кесилмаси услубини қўллаш орқали каналлараро кесишувчан халақитларни олдини олиш ва шунга кўра WDM PON тармоқларида OCDMA тизимини қўллаш билан бир вақтда юқори ва қуйи канал учун юқори гигабит тезликларни фойдаланувчиларга тақдим эта олади.

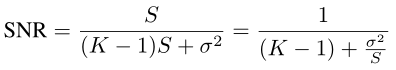
**II. Пасив оптик тармоқларда (PON) оптик код бўйича ажратишли кўп мартобали фойдалана олиш (OCDMA)**

**II.I Тизим архитектура ва ишлаш принципи**

OCDMAнинг ишлаш принципи вақт ва оптик частота доменларидан фарқ қилади. 1а-расмда 1×N OCDMA тармоғининг асосий архитектураси кўрсатилган. Бинода OLT ўрнатилган ва у фойдаланувчилар биносидан ONU 1×N улагичи билан уланган. Узаткич ва қабул-қилгичлар сони OLT фойдаланувчилари сонига тенг. Ҳар бир ONUда узаткич ва қабул-қилгич ўрнатилади. Узаткич ва қабул-қилгичлар мувофиқ равишда оптик кодер ва декодер билан анжомланган. Оптик кодлаш ва декодлаш оптик доменда амалга оширилишига эътибор қаратинг. Вақт бўйича тақсимланган OCDMA тизимларида ҳар бир маълумот бити chip вақт даврларига ажратилади ва ҳар бир chip тўлқин шаклига вақт бўйича ўзгартирилади, яъни оптик код кетма-кетлиги шаклланади (1б-расм). Ҳар бир узаткичнинг кодерида “1” қийматли бит учун оптик код узатилади, “0” қийматли бит эса кодерлаnmайди ва бутун нолли кетма-кетлик сифатида узатилади. Ҳар бир декодер учун шундай оптик код кетма-кетлиги шакллантириладики, бунда декодер фақатгина тахмин қилинадиган (олдиндан аниқ бўлган) сигнални композит сигналдан ажратиб тиклай олади.

FTTHда OCDMAнинг аҳамиятли ҳусусияти – OCDMAнинг асинхронлигидир. OCDMA юқори каналда бутунлай асинхрон бўлган уланишни тақдим эта олади. TDMA синхронизацияга, WDMA тўлқин узунлигига қаттиқ боғланган. OCDMAда вақт-слотларида фойдаланувчиларга код билан бирга вақт-слотлари ажратилади [11], [12]. Вақт-слотига эга OCDMA синхрон ишлайди ва шовқинларни камайтиради, бироқ бунда асинхронлик тақдим этилмайди. Бундан ташқари вақт-слотларини қўллаш полоса кенглиги самарадорлигини камайтиради ва вақт бўйича синхронлаш сигналини барча фойдаланувчиларга юборишни тақазо этади. Асинхрон OCDMAни кўриб чиқамиз. Оптик кодлаш ва декодлаш оптик доменда амалга оширилганлиги сабабли маълумотларни узатишда кечикиш кўрсаткичи паст бўлади, узаткич ва қабул қилгич мураккаб электр қурилмаларни талаб этмайди. OCDMAда талаб бўйича сиғимни ошириш осон, яъни тармоққа янги фойдаланувчиларни улаш янги оптик кодни тақдим этиш билан кечади. Тармоқдаги барча фойдаланувчиларнинг имкониятлари баробар тақсимланган ва шу билан фойдаланувчиларнинг тенглиги таъминланади [15].

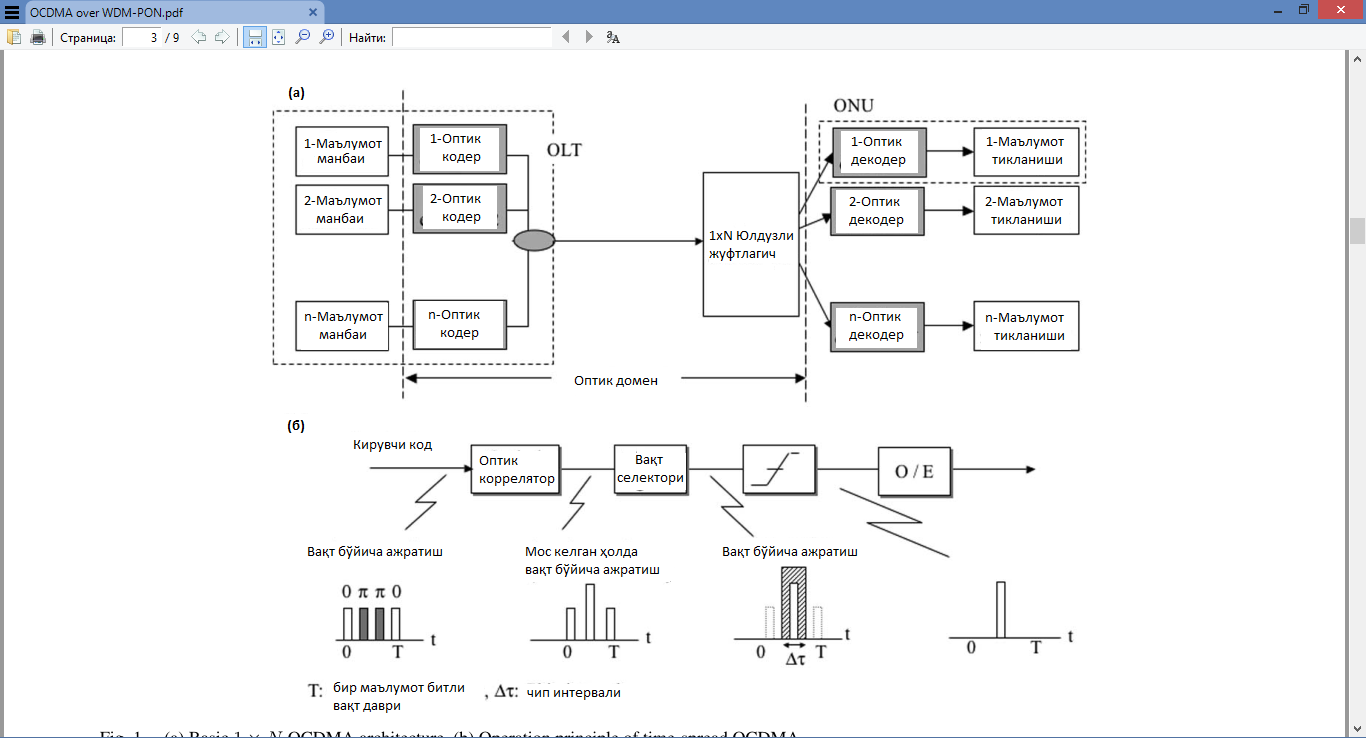
OCDMА тизимининг самарадорлиги сигнал-шовқин коэффициентига боғлиқ. Қабул қилгичдаги сигнал-шовқин коэффициентини кўриб чиқамиз. 1б-расмда қабул қилгичнинг блок диаграммаси кўрсатилган. У оптик тўғрилагич ва фотодекторни, улар орасидаги вақт селектори ва оптик чегаравий қурилмасидан ташкил топган. Оптик декодер тўғрилагич вазифасини бажаради. Вақт бўйича тақсимланган OCDM тизимида оптик тўғрилагич кодланган сигнални қисқартиради, асл қисқа импульсни қайта ташкил этади, кодер ва декодер орасидаги код мос келиб қолган ҳолда паст даражали қўшича сигналларни яратади. Мос келмаган кодлар декодлашдан сўнг Т орқали тасодифий равишда тақсимланади. К фойдаланувчилар учун ҳар бир декодер S қувватга ва (К - 1) интерференция қийматига эга сигнални ўз ичига олган қабул қилинган композит тўлқин шаклини яратади.

 (1)

Бу ерда σ2 – қўшимча шовқин қувват дисперсияси [16]. Каналдаги сигнал қувватлари бир ҳил деб қабул қилинган. Қўшимча шовқин MAI, бит шовқини ва иссиқлик шовқинини ўз ичига олган. Қабул қилинаётган сигнал ва интерференция сигналларидаги бит шовқини MAI шовқинига нисбатан катта таъсир қилиши мумкин [17]. Қўлланилган ∆τ chip давомийлигидан когерент вақти каттароқ бўлганда бит шовқини фотодетекторда юзага келади. Нокогерент OCDMA тизими MAI шовқини бўйича чекланган.

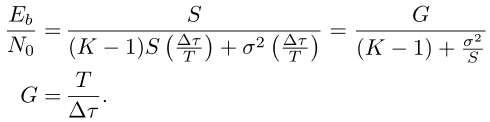
**II.II Вақт селектори ва оптик чегаравий қурилмаси**

Chip тезлигини аниқлаш тизим самарадорлигини оширишда муҳим аҳамиятга эга. Оптик тўғрилагич чиқишида вақт бўйича ажратиш орқали chip тезлигини аниқлаш амалга оширилади. Бу ҳодиса спектри кенгайтирилган кенг полосали тизимда тор полосали фильтрлаш ҳодисасига эквивалентдир [16].



1-расм. а) Асосий 1хN OCDMA архитектураси, б) вақт бўйича тақсимланган OCDMA ишлаш принципи.

Вақт бўйича ажратиш MAI шовқинини камайтиради, бироқ корреляция жараёнидаги тўлқин шакли чўққиси бит шовқини ошишига олиб келади. Жараённи кучайтириш қиймати G вақт бўйича ажратишда ~∆τ вақт ойнасининг бир битга баробар бўлган вақт даври Т га нисбати орқали ифодаланади. Одатда ~∆τ вақт ойнаси chip давомийлиги ∆τ га яқин ёки ундан узунроқ қилиб белгиналади. Вақт бўйича ажратишдан сўнг бит қувватининг интерференция зичлигига нисбати Eb/N 0 [18].

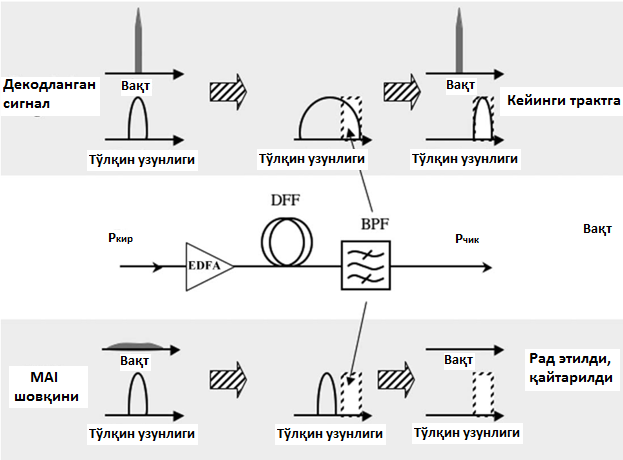
 (2)

Юқоридаги ифодани (1) ифода билан таққосланганда бит қувватининг интерференция қувватига нисбати G жараённи кучайтириш қийматига боғлиқ бўлиши аниқланади. (2) ифодага кўра катта G қийматида юқори дискринимация, яъни тармоқ билан янада кўпроқ фойдаланувчилар қамраб олиниши мумкин. Вақт бўйича ажратиш лазер диоди [19] ва оптик толали ночизиқ ойна орқали амалга оширилган [20]. Бунда chip даражасида синхронлаш талаб этилади, бу эса асинхрон фойдалана олишни камайтиради.

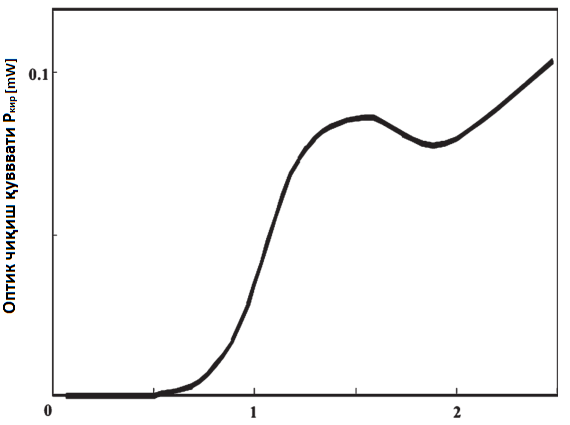
Вақт бўйича ажратишсиз оптик чегаравий қурилма MAI шовқинини келтириб чиқаради [21]–[23]. Бизнинг илмий-тадқиқот ишимизда дисперс зичланган толада суперконтиниумни (ингл. DFF - dispersion-flattened fiber) генерация қилишга асосланган оптик чегаравий қурилмасини қўллагаnmиз [24]. Ишлаш принципи 2-расмда кўрсатилган. У эрбиум қўлланган тола кучайтиргичи (ингл. EDFA - erbium-doped fiber amplifier) 2км узунликли DFF ва 5-nm узунликли полоса фильтри (ингл. BPF - bandpass filter). Ишлаш принципи қуйидагича кечади. EDFA декодланган оптик сигнални кучайтиради, 2пкс пульс кенглиги ва юқори чўққи қувватига эга декодланган импульс суперконтиниумни (ингл. SC - supercontinuum) DFFда генерация қила олади. Нотўғри декодланган сигналлар, яъни MAI шовқинлари катта вақт давомида жуда кичик чўққи қуввати билан тарқатилади ва шунга кўра SC генерация қилиnmайди. BPF SC сигналини узатади ва асл сигнални инкор эта олади. BPFдан ўтган, тўғри декодланган сигнал MAI шовқинисиз тикланиши мумкин. Бунда кам йўқотишларга, мустақил поляризацияга ва самарадорликка эришилади. 3-расмда ўлчанган қувватни ўлчаш функцияси оптик қувват кириш функцияси сифатида намоён қилинган.

**II.III Оптик код лойиҳаси**

Бит шовқинни камайтириш учун когерент OCDMA тизимларида муайян бит тезлиги учун мумкин даражада узун оптик код кетма-кетлигини қўллаш мақсадга мувофиқ [10]. Симсиз CDMAда турли M кетма-кетлиги, голд коди, Kasami коди [25] оптик код сифатида қабул қилинган. Ушбу код кетма-кетликлари авто ўзаро корреляция сифатларига эга этиб лойиҳаланган. Шунга қарамай, яхши апериодик (нодаврий) корреляция сифатига эга кодларни яратиш код назариясига кўра мураккабдир. Биз учун муқобил усул бу турли код туркумларидан фойдаланиш, мисол учун асл код ва автокорреляция сифатлари юқори бўлган голд кодлари. Оптик код схемаларида корреляциянинг апериодик сифатини ошириш учун, икки параметрни: сигнал япроғи максимал даражасининг автокорреляция жадаллигига нисбати P/W, автокорреляция жадаллигининг ўзаро корреляция даражаси қийматига бўлган нисбати P/C [26]. I жадвалда 127 ва 511 chip голд кодлари учун корреляция қийматлари келтирилган.



2-расм. DFF га асосланган оптик чегаралаш принципи.

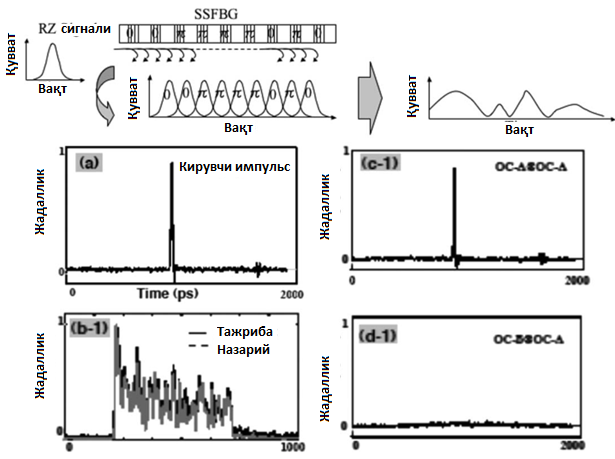


3-расм. SCга асосланган оптик чегаравий қурилмасининг қувват узатиш функцияси.

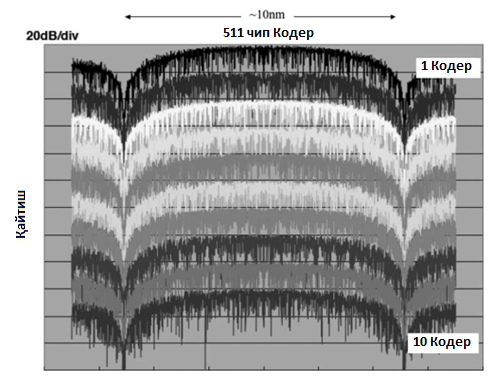
**II.IV Оптик кодлаш ва декодлаш**

Оптик кодлаш ва декодлаш уч турга: бир ўлчамли вақт домени бўйича [4], [5], [8]–[10], [13] ёки оптик частота домени бўйича [11], [12], [27], икки ўлчамли ҳам вақт ҳам оптик частота домени бўйича [28] ва нур манбаини когерентлаш бўйича турларга таснифланади.

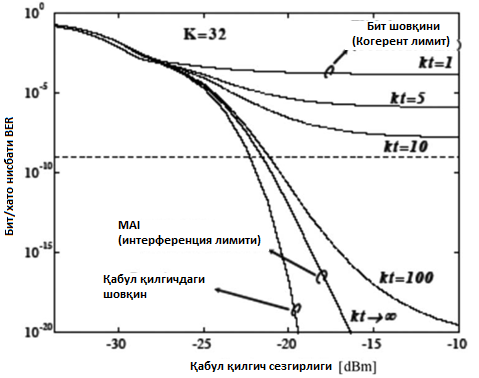
Узун оптик кодни яратиш учун қўлланиладиган оптик кодлаш ва декодлаш услуби когерент OCDMA тизимларини яратишда катта аҳамиятга эга. Бунда ясси нурли диод схемалари (ингл. planar lightwave circuits - PLC) қўлланилади [4], [5], нурнинг фазовий модуляторлари SSFBG [9], [10], [29], тўлқин тарқатувчи тўрлар (ингл. arrayed-waveguide-gratings - AWG) [27] ва микроэлектроник тизимли ойналар (ингл. micro-electro-mechanical-system - MEMS) қўлланилади [30].



4-расм. SSFBG ва биполяр оптик кодни геренация қилиш (а) кириш импульси, (b-1) кодланган сигнал, (c-1) автокорреляция, (d-1) ўзарокорреляция.



5-расм. 511 chipли SSFBG кодерининг ўлчанган узатиш спектри.



6-расм. BER 32 фойдаланувчига эга бўлган вақт бўйича ажратилган OCDMA тизими самарадорлигига турли манбага эга шовқинлар ва kt когерент нисбатининг таъсири.

Вақт бўйича ажратилган когерент OCDMA PLC ва SSFBG орқали намоён қилинган, бунда 16 та PLC chipлари қўлланилган. Бироқ бунда ҳам тўлқинни етарли даражада узайтириш амалга ошмайди.

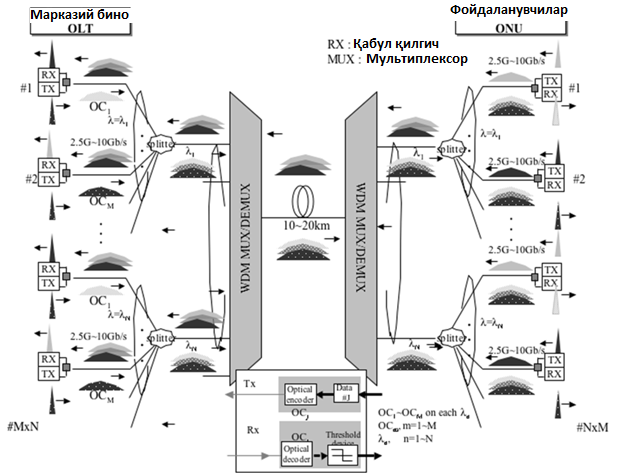
1-жадвал. 127 ва 511 chip Голд кетма-кетлиги

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 127 chip Голд кетма-кетлиги  (129 та код) | P/C > | 17.9 | | | | | 20.5 | | |
| P/W > | 17.9 | 30 | 35 | 38 | 42 | 35 | 38 | 42 |
| Кодлар сони | 129 | 110 | 82 | 48 | 29 | 33 | 22 | 17 |
| 511 chip Голд кетма-кетлиги  (513 та код) | P/C > | 70 | | | | | 75 | 77 | |
| P/W > | 70 | 100 | 120 | 130 | 140 | 130 | 130 | 140 |
| Кодлар сони | 513 | 430 | 211 | 107 | 76 | 63 | 58 | 46 |

Арзонлиги ва кирувчи йўқотишларнинг камлиги сабабли SSFBG қурилмасини қўллаш самаралироқдир. 511 chip SSFBG қурилмасида [10] chip тўри ва chip узунлиги мувофиқ равишда 0,156 ва 80 mmни ташкил этади (4-расм). Бунда 640 Gbit/s тезлигига эришиш мумкин. 511-chipли 640-Gchip/s тезликли SSFBG синовлар натижаси 5-расмда кўрсатилган. Биринч чўққи 640 GHz (= 5 nm) қийматда юзага келади, акс эттиришнинг чўққи қобилияти 92% тенг. Бун ҳозирги кунла энг юқори кўрсаткичдир. Шуни эътиборга олиш керакки юқоридаги характеристикалар кирувчи сигнал қутбланишига боғлиқ эмас ва SSFBG орқали юқори самарали цилиндрик симмертрия эришилганини кўрсатади.

**II.V Тизим самарадорлиги**

BER самарадорлик кўрсаткичига MAI ва бит шовқинининг OCDMA қабул қилгичи сезгирлигига нисбатан таъсири 6-расмда кўрсатилган.



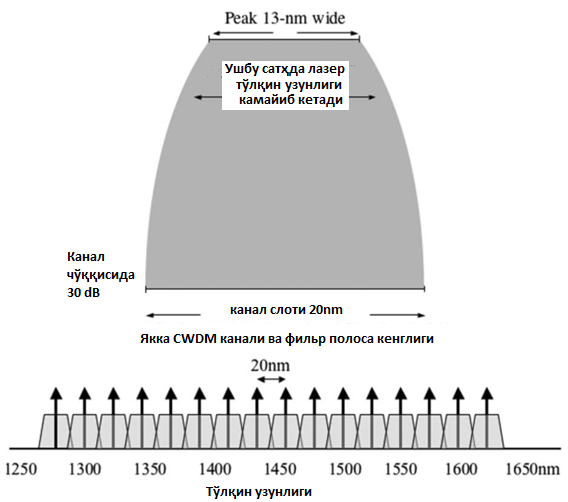
7-расм. WDMга асосланган OCDMA архитектураси

6-расмда кўрсатилган OCDMA тизимида 32та фаол фойдаланувчилар иштирок этган. Бу ерда kt когерент коэффициенти, kt = 1 ва kt → ∞ мувофиқ равишда когерент ва нокогерент лимит қийматлари. Энг кичик чўққи қабул қилгичдаги шовқин, ўрта чўққи қабул қилгичдаги ва MAI шовқинига эга когенет OCDMA, юқори чўққи когерент OCDMAда бит шовқинининг намоён бўлишида кузатилади. Когерент ва нокогерент лимитларни солиштириш P/C нисбатида бит шовқинининг таъсирини солиштириш орқали амалга оширилади. Нокогерент OCDMAда когерент OCDMAдаги P/C қийматга эришиш узунроқ бўлган оптик код талаб этилади. Бит шовқинининг когерент OCDMAда юзага келиши одатий ҳол. Бит шовқинини олдини олиш учун узунроқ оптик код кетма-кетлиги қўлланилиши керак. Мисол учун 10 фаол фойдаланувчиларни таъминловчи chip тезлиги аниқлагичига эга тармоқда интерференция даражаси −27 dB қийматидан кичик бўлиши ва код узунлиги 500 chipдан катта бўлиши керак. 10та фаол фойдаланувчига 1.24 Gbit/s тезликда хизмат кўрсатувчи ҳақиқий асинхрон когерент OCDMA тармоғида 511 chip узунлиги ва SSFBG қурилмаси қўлланилди.

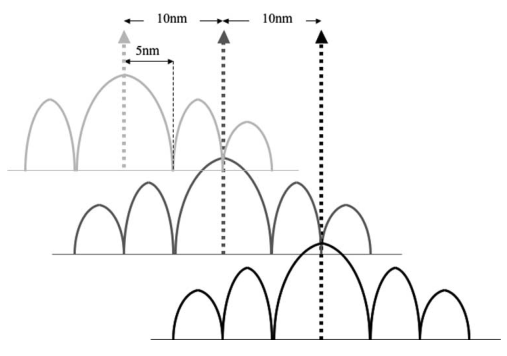
**III. WDM PONга асосланган гигабит-симметрик OCDMA**

**III.I Тизим архитектураси**

WDM PONга асосланган гигабит-симметрик OCDMA архитектураси   
7-расмда кўрсатилган. OCDMA каналлари WDM тўрларида узатилиши мумкин. Ҳар бир λ n (n = 1,...,N) WDM тўрида M фойдаланувчиларни таъминлаш учун ҳар бир фойдаланувчига турли OCm (m =1,...,M) тақсимлаш керак. Ocm кодининг бундай кетма-кетлиги WDM каналларида қайта қўлланилиши мумкин. PON фойдаланувчиларининг умумий сони N×M га тенг. WDM OCDMAдан M фойдаланувчилар фойдалана олиши учун ҳар бир фойдаланувчи канали полоса кенглииги тенг тақсимланиши мумкин.



8-расм. ITU-T G.694.2 стандартига асосланган полоса кенглиги фильтри 1270 дан 1630 nm гача спектр кенглигига эга CDWM тўри.



9-расм. CWDM OCDMA да SSFBG кодери қўлланилган ҳолда каналларни тақсимлаш.

ITU-T G.694.2 стандартига асосланган полоса кенглиги фильтри 1270 дан 1630nm гача спектр кенглигига эга CDWM тўри 8-расмда кўрсатилган. Бунда ҳар бири 20nm оралиғида бўлган 16та тўлқин узунлиги 1310 дан 1610nm гача диапазонда жойлашган. 10nm узунликги WDM OCDMA каналларининг спектри 9-расмда кўрсатилган. 5-расмда кўрсатилган Биринчи чўққи марказий чўққидан фарқли 5 nmда аниқланган (640 Hz). SSFBG кодери ва декодери акс спектри мавҳум даврий ҳусусияти борлигини ҳисобга олиб WDM OCDMAнинг спектр самарадорлигини ошириш мумкин. Ён WDM тўрлари спектр чўққиларига жойлаштирилиши ва натижада қабул қилинадиган сигнал WDM каналлараро интерференцияси таъсиридан халос бўлади. Ушбу ҳодиса кейинги бўлимда ўрганиб чиқилган.

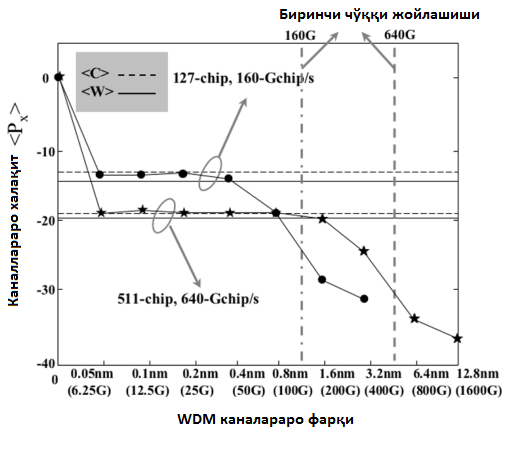
WDM OCDMAдаги каналлар сонини кўриб чиқайлик. Тажриба учун 1.24 Г/с тезлик қабул қилинди. SSFBG кодери ва декодери қўлланилган ҳолда якка WDM тўрида асинхрон тарзда 10та фаол фойдаланувчиларга хизмат кўрсатиш мумкин [14]. якка WDM тўрида 16 фаол фойдаланувчига хизмат кўрсатилмоқда деб фараз қилайлик. Бунда каналлар сони қуйидагича:

1. А) 256та канал: 1310-1610nm диапазонда интервали 20nm бўлган 16та CDWM тўрида 16та фаол фойдаланувчи  
   Б) 512та канал: 1310-1610nm диапазонда интервали ва узунлиги 10nm бўлган 32та WDM тўрида 16та фаол фойдаланувчи;
2. А) 80та канал: С ва L диапазонларда интервали 20nm бўлган 16та CDWM тўрида 16та фаол фойдаланувчи  
   Б) 160та канал: С ва L диапазонларда интервали 10nm бўлган 10та CDWM тўрида 16та фаол фойдаланувчи.

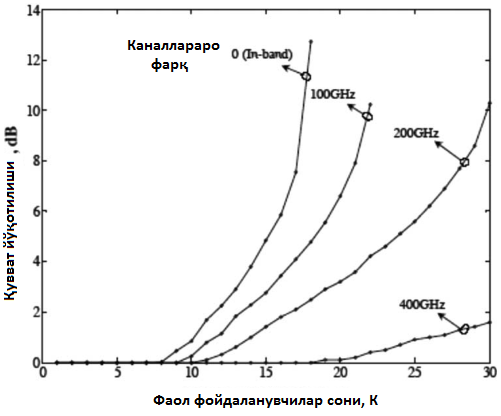
Иқтисодий нуқтаи назардан фикр юритилганда WDM PON OCDMA ҳозирги вақтда лаёқатсиз ҳисобланади. FBG кодери ва декодери пассив қурилма бўлганлиги сабабли уни ишлаб чиқариш арзон бўлиши керак. Ультрақисқа импульс лазерини ишлаб чиқариш қиммат бўлишига қарамай якка ультрақисқа импульс лазерини OLTда ўрнатиш фойдаланучиларга юқори каналидаги нур каналидан ўзаро фойдалана олишга имкон беради. Бу услуб катта бўлмаган иқтисодий ҳаражат орқали тармоқ ишончлилигини оширади.

**Каналлараро халақит**

WDM OCDMAда каналлараро халақитни назарий таҳлил этамиз.



10-расм. WDM каналидаги 127 ва 511 chipли SSFBG кодер\декодерда каналлараро халақитнинг ўртача чўққи қуввати.



11-расм. Турли каналлараро фарқ учун 511chip 640Гchip/с бўлган SSFBG кодер\декодерида K фойдаланувчилар учун қувват йўқотилиши.

WDM каналидаги 127 ва 511chip SSFBG кодер\декодерда каналлараро халақитнинг ўртача чўққи қуввати (Px) 10-расмда кўрсатилган. Расмда қийматлари 127chip 160Gchip/s ва 511chip 640Gchip/s бўлган SSFBG кодер\декодерлар учун ён тўлқин узунлигига эга каналлар айлана ва юздузча шакллари билан ажратилган. 127 ва 511 chipли SSFBG кодер\декодерлари марказий чўққилардан фарқли ўлароқ 160 ва 640Hz частоталарда жойлашган. (C) ва (W) қийматлари каналлараро халақитларни корреляция қилиш (тўғрилаш) қувватининг ўрта максимал қийматини ва автокорреляция чўққилари орқали нормалланган автокорреляция япроқларини белгилайди. WDM каналлараро фарқни меъёрий белгилаш учун (Px) қиймати (C) ва (W) қийматларининг йиғиндисидан кичик ёки тенг бўлиши керак. 127chip SSFBG кодер\декодери учун (C) ~ −14 dB ва (W)~ −14.8 dB, 511chip SSFBG кодер\декодери учун (C) ~ −18.8 dB ва (W)~ −19.4 dB қийматлари белгиланиши керак. 127chip SSFBG кодер\декодери учун каналлараро фарқ 50Hz, 511chip SSFBG кодер\декодери учун 200Hz ёки бундан катта қийматлар белгиланиши керак. Турли каналлараро фарқ учун 511chip 640Gchip/s бўлган SSFBG кодер\декодерида K фойдаланувчилар учун BER қиймати 10−9 тенглиги 11-расмда кўрсатилган. K = 16 ва каналаларо фарқ 200Hz бўлганда қувват йўқотилиши 2dBга тенг, бироқ каналлараро фарқ 400Hz бўлганда қувват йўқотилиши катта бўлмайди. Каналаларо фарқ 200Hz бўлганда каналлараро халақит BER қийматига MAI халақит сингари катта таъсир қилмайди.

**IV.Хулоса**

Илмий-тадқиқот ишида асосий эътибор юқори ва қуйи каналлари гигабит тезлиги симметрияси таъминланадиган PON тармоқларига қаратилди. OCDMA орқали ҳар бир фойдаланувчи учун гигабит ва мультигигабит тезликларни юқори ва қуйи каналларда таъминланиши кўриб чиқилди. Биринчи ва сўнгги миля тракти учун WDM PON OCDMA тизими қўлланилиши истиқболли эканлиги аниқланди. OCDMA тизимида SSFBG кодер\декодери қўлланилганда WDM каналларда юзага келадиган каналлараро халақитларнинг спектрал самарадорликка таъсири кичик эканлиги аниқланди. WDM каналларининг каналлараро фарқи 200 ва 400Hz этиб белгиланганда каналлараро халақитларнинг кичик қиймати аниқланди. Гигабит симметрик OCDMA тизимида 511chip 640Gchip/s бўлган SSFBG кодер\декодери қўлланилганда амалга оширилган синов натижалари ушбу тизимни амалий тадбиқ этишга илмий-амалий асос бўлади.  
  
\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

Когерент ва нокегерент бўлган вақт бўйича ажратилган OCDMA тизимларида шовқинни таҳлил қилиш

КИРИШ