**I**T is well known that the most critical segment of any telecommunication network is the last mile because it provides the link to the business or residential customers who provide revenues.

telekommunikatsiya tarmog'ining eng muhim segmenti ya’ni tadbirkorlarva jismoniy shaxs kabi mijozlarga aloqa taqdim etish segmenti - so'nggi mil ekanligini ma'lum.

Телекоммуникациялар учун янги тараққиёт йўли фойдаланувчиларга турли (Ethernet, видео, телефон алоқаси ва бошқа) хизматларни кўрсатувчи кейинги авлод тармоқларининг сўнгги миля сегментини ривожлантириш йўлидир

в

Ушбу истиқболни амалга ошириш учун оптик методларга асосланган, етарли бўлган полоса кенглигини таъминла оладиган пассив оптик тармоқларини (PON) қўллаш лозим. Бунда вақт бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (TDMA), тўлқин узунлиги бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (WDMA), кичик ташувчили фойдалана олиш (SCMA) ва код бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (CDMA) технологияларини кўллаш мумкин.

Оптик CDMA (OCDMA) технологиясида маълумотларни узатиш вақтида ҳар бир фойдаланувчига алоҳида код ажратилади ва кейинги авлод кенг полосали тармоқларда кўллаш афзалликлари аниқланган [[1](#bookmark0)]-[[6](#bookmark1)].

1) оптик жараён: симсиз CDMA технологиясидан фарқли ўлароқ, OCDMAда кодлашга боғлиқ бўлган амаллар оптик равишда амалга оширилади, бу афзаллик PON талабларига мос келади.

2) Тўла асинхрон узатишлар: OCDMA тармоғида тўла асинхрон узатиш мураккаб ва қиммат бўлган электрон қурилмаларни талаб этмайди.

3) Low-delay access: OCDMA enables a low access delay as the coding operations are performed all optically and passively.

4) Фойдаланувчилар сиғими бошқариш: фойдаланувчиларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш техник жиҳатдан осон

5) Юқори ҳавфсиз: маълумотларни узатиш учун узун псевдотасодифий кодларнинг қўлланилиши юқори ҳавфсизликни таъминлайди.

6) Quality of service controlХизмат кўрсатиш сифатини бошқариш: фойдаланувчилар учун физик сатхда турли кодларни белгилаш билан хизмат сифатини (QoS) осон бошқариш мумкин.

Одатда OCDMA технологиясини икки турда таснифланади.

Биринчи, ишлаш принципига асосан OCDMA - нокогерент[[1](#bookmark0)]-[[10](#bookmark1)] ва нокогерент OCDMA [[3](#bookmark1)]-[[6](#bookmark1)], [[11](#bookmark1)]-[[13](#bookmark1)], технологияларига ажратилади. Когерент OCDMAда кодлаш оптик қувватга, нокорегент OCDMAда майдон амплитудасига асоснланган.

Иккинчи, кодлаш доменига асосан OCDMA - бир ўлчамли вақт доменида [[1](#bookmark0)]-[[7](#bookmark1)], [[11](#bookmark1)]-[[13](#bookmark1)] ёки частота доменида ёки частота доменида [[8](#bookmark1)]-[[10](#bookmark1)], [[14](#bookmark1)]-[[17](#bookmark1)] ва икки ўлчамли частота ҳамда вақт доменларида [[18](#bookmark1)]-[[25](#bookmark1)] бўлиши мумкин.

Нокогерент вақт бўйича тақсимлаш (TS) OCDMA узоқ муддатда ўрганиб чиқилди, ушбу технология маълумотларни узатишнинг кичик қийматини таъминлади [[1](#bookmark0)]-[[9](#bookmark1)].Бунда кодлаш жараёни униполяр (0, 1) усулда амалга оширилган. Ушбу технологиянинг кўп камчиликлари хусусан, код узунлигининг кичиклиги, қувват ва полоса кенглиги самарадорлигининг пастлиги, корреляциянинг суст экани [[1](#bookmark0)]-[[4](#bookmark1)].

Ушбу камчиликларни бартараф этиш учун турли электрик схемалар таклиф этилган [[7](#bookmark1)]-[[10]](#bookmark1), бироқ ушбу схемалар опто-электроник тармоқ кенглигини етарли даражада ошира олмади.

Частота доменларида кодлашда (айниқса 2 доменда) кенг частота ресурсларини қўллаш орқали янги натижаларга, айниқса корреляциянинг самаралироқ қийматларига эришилади [[18](#bookmark1)]-[[25](#bookmark1)]. Бироқ, юзага келган дисперсия муаммоси кенг полосали хизматларни кўрсатишга тўсқинлик қилади.

Когерент OCDMAнинг нокогерент OCDMAдан афзаллиги барча кодлаш жараёни оптик доменда биполяр (-1, +1) усулда амалга оширилишидадир [[3](#bookmark1)]-[[6](#bookmark1)], [[11](#bookmark1)]-[[14](#bookmark1)].

Корреляция сифатлари, частотадан фойдаланиш самарадорлиги ва дисперсиянинг мақбул қийматларига эришиш учун когерент TS OCDMA технологиясини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади [[4](#bookmark1)]-[[6]](#bookmark1), [[11](#bookmark1)], [[12](#bookmark1)], [[26](#bookmark1)], [[27](#bookmark1)].

Кодер/декодерда оптик домен оптик тўлқин узунлигига кўра бошқарилиши керак. Аввал бундай масад учун текис светодиодли занжирлар (PLC) қўлланилган [[4](#bookmark1)]-[[6]](#bookmark1).

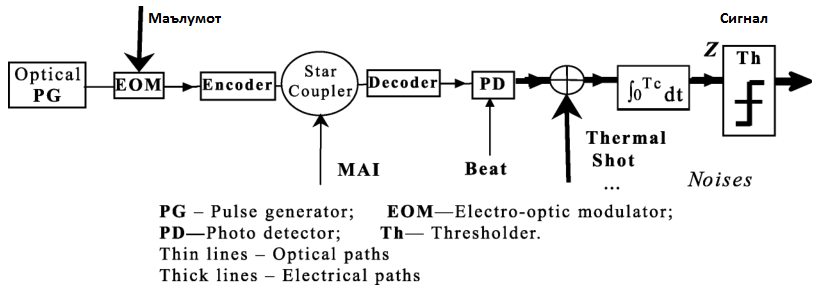
Бироқ қимматлиги, оптик-толали тизимлар билан мослашувчанлиги мураккаб бўлганлиги туфайли PLCнинг қўлланилиши мақсадга мувофиқ эмас. Оптик Брег тўрини (SSFBG) қўллаш ҳам юқори самарадорлик, оптик-толали тизимлар билан мослашувчанлиги, арзонлиги когерент TS-OCDMA тизимларида қўллаш учун мосдир [[26](#bookmark1)], [[27](#bookmark1)]. Когерент TS-OCDMAнинг афзалликлари тадқиқотчилар эътиборини эгаллади.

Когерент TS-OCDMAда оптик сигналнинг когерентлиги чип узунлиги ўлчамида бўлиши керак.

Интерференция шовқини спектр кодли OCDMA ва икки доменли OCDMA тизими нуқтаи назарида ўрганиб чиқилган [[10](#bookmark1)], [[28](#bookmark1)] [[29](#bookmark1)].

Ушбу илмий-ишда интеференцияси шовқини кўп маротабали фойдалана олиш интерференцияси (MAI), қабул қилгичдаги шовқин нокогерент, қисман когерент ва когенерт TS-OCDMA тизимларида ўрганиб чиқилган.

**II. Тизим модели**

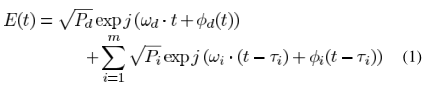


1-расм. TS-OCDMA-PON тизим модели

Ушбу моделда уч турдаги шовқин манбалари ўрганиб чиқилиши керак: тармоқда юзага келувчи MAI шовқини, детектордаги интерференция, қабул қилгичдаги шовқин - иссиқлик, импуль шовқинлари. Қабул қилгичнинг полоса кенглиги чип даражасига боғлиқ [[2](#bookmark1)], [[7](#bookmark1)].

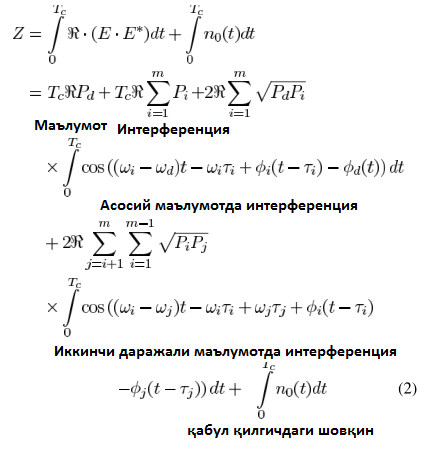
Тармоқда Kта фаол фойдаланувчилар бор деб фараз қилайлик. Агар кузатилмаётган фаол фойдаланувчиларнинг интерференция сигналлари m (0 < m < i^)

If there are m (0 < m < i^) interfering signals from untargeted active users at a given in­stant, the received optical field at the photodetector of the target user is where Fd and Pi are the optical intensity of the decoded signal from the targeted (data) and untargeted users (interferers), re­spectively, ujd and uji are optical frequencies, (pd and (j)i are the respective phase noise of these signals, and is the relative network transit delay of the interferer.



Бир pd ва pi ўзгарувчиларни бир бирига боғлиқ бўлмаган, мутлақо мустақил Гаусс кетма-кетлиги бўйича тақсимланган Винер-Леви жараёнлари сифатида қабул қилдик [[30]](#bookmark1)-[[32](#bookmark1)].

Частотавий квадратик фотодетектор қўлланилган TS-OCDMA тармоғи учун Z чиқиш сигнали қуйидагича аниқлади:



Бу ерда фотодетектор полоса кенглиги кирувчи сигналларнинг частота фарқидан {tOi — ujd) катта, чип импульси шакли ўзгармас, чип давомийлиги Tc деб қабул қилинган.

Юқоридаги ифодада биринчи кичик ифода сигнални, иккинчи кичик ифода MAI шовқинини, учинчи ва тўртинчи кичик ифодалар маълумотлар асосий интерференцияси m ва маълумотлар иккинчи даражали интерференциясини m(m — l)/2 ифодалайди. Сўнгги кичик ифода қабул қилгичдаги шовқинни ифодалайди. Бу ерда маълумотнинг қутблиги ва интерференция сигналлари бир ҳил деб қабул қилинган.

Одатда TS-OCDMA-PON тармоқларида XXX орқали ифодаланадиган ўзаро халақит даражаси ХХ жуда ҳам кичик XXX. Мисол учун SSFBG кодер-декодерига эга когерент TS-CDMA-PON тармоқларида ХХ узунликли Голд кодини қўллашда ХХХХ. Асосий ва иккинчи даражали интерференция шовқини фарқи ХХХХ. Агар ХХХ жуда катта бўлмаса (ХХХХ) иккинчи даражали интерференция шовқинини ҳисобга олмаса бўлади. Умумий ҳолда асосий интерференция шовқини таъсири ўрганиб чиқилади. Иккинчи даражали интерференция шовқини ҳисобга олиниши керак бўлган ҳол жуда осон тавсиф топади.

Асосий шовқин ифодаси косинус функцияси ичидаги учта кичик ифодага эга. Биринчи ифода ХХХ. Одатда TS-OCDMA учун ХХХ ва ХХХ [33], [34], ХХХ ифодаси Х интеграл давомийлик ичига олинган. Иккинчи ифодада интеграл давомийликка кўра ХХХ ўзгармас қолади. Учинчи ифода интеграл давомийликка кўра ХХХХ оптик импульснинг когерент хусусиятига боғлиқдир. Нокогерент, когерент ва қисман когерент режимларда ушбу боғлиқликни ўрганиб чиқамиз.

А. Нокогерент режим ХХХХ

Нокогерент TS-OCDMA ХХХ тенгсизлиги (ХХХ нурнинг когерент вақти [32]) бажарилади. Ушбу режимда ХХХ тасодифий жараён бўлиб ХХ интеграл давомийликда ХХ орқали бажарилади. Косинус функциянинг интеграли 0га тенг. Z ни қуйидагича соддалаштиришимиз мумкин:

ХХХ (3)

Бундай тизимларда MAI шовқинлари асосий шовқин бўлгани боис интерференция шовқинини пасайтиришга эътибор қаратилмаса бўлади.

Б. Когерент режим ХХХ

Когерент (PLC ёки SSFBG кодер-декодерига эга) TS-OCDMA тизимида нурнинг когерентлик қиймати ҳар бир чип доирасида, яъни ХХХ бўлиши керак. Ушбу режимда ХХХ ХХ интеграл давомийлик доирасидаги кичик ўзгармас. Z ни қуйидагича соддалаштиришимиз мумкин:

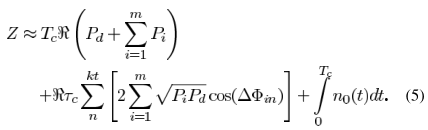
ХХХ (4)

Бу ерда иккинчи даражали интерференция шовқини ҳисобга олинмади. ХХХ тўлиқ фаза бўйича шовқинни ифодалайди. ХХХ тасодифий жараён бўлиб ХХ битдан битгача бажарилади ва TS-OCDMA тизимларида интерференция шовқинига таъсир қилади.

С. Қисман когерент режим ХХХ

Одатда нокогерент TS-OCDMA тизимларида ХХ даражаси жуда юқори бўлади. Бу ерда когерент даража чип давомийлиги ХХХХ орқали ифодаланган. ХХХ бўлганлиги боис (ХХ тизимнинг оптик полоса кенглиги), ХХХ. Амалиётда нокогерент TS-OCDMA тизимлари қиймат когерент ХХХ бўлади (ХХ жуда қисқа ХХ катта бўлмайди). Агар ХХХ 2-nm (ХХХ) полоса кенглигига эга тизимнинг ХХ когерентлик даражаси 2.5 атрофида. Бу қиймат нокогерент режим қийматига тўғри келмайди. Kt=10 қийматига эришиш учун 8-nm полоса кенглиги талаб этилади. TS-OCDMA тизимларида интерференция шовқини ва когерентлик даражаси орасидаги нисбийликни аниқлаш муҳимдир.

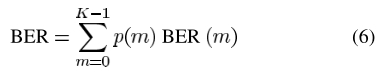
Қисман когерент режимида Z ифодаси қуйидагича соддалаштирилиши мумкин.



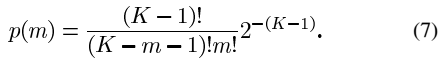
бўлганда когерент режим,  бўлганда нокогерент режим юзага келади.

III. Шовқиннинг тарқалиши ва сигнал-шовқин нисбати

Сигнал-шовқин нисбатининг (BER) ўртача қиймати қуйидаги ифода орқали аниқланади:

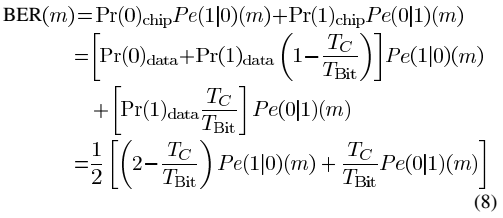


Бу ерда p(m) - K-1 интерференция халақатига эга бўлган фойдаланувчилар бир вақтнинг ўзида “1” чипини ҳосил қилиши эҳтимоллиги.

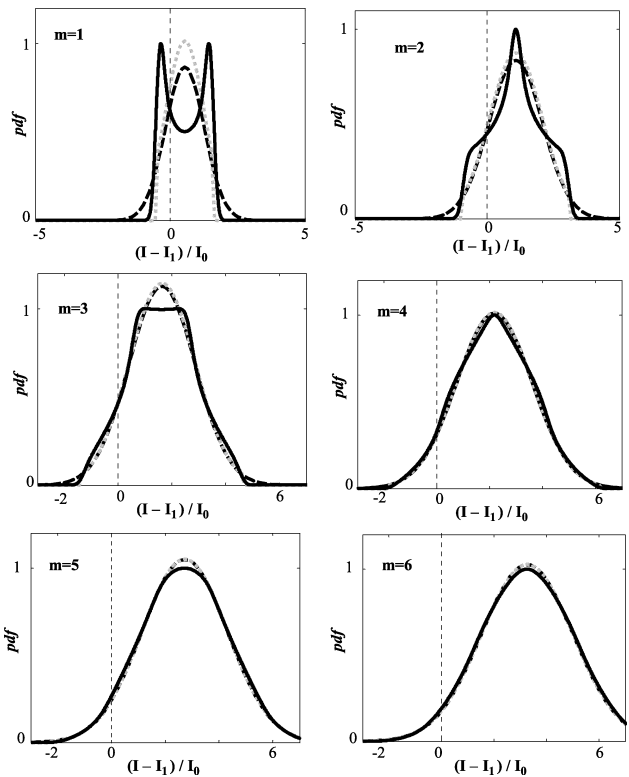


BER(m) – m интерференция сигналига эга BER қиймати

BER(m) қуйидагича ифодаланиши мумкин:



 ва  “0” ва “1” чипларнинг юзага келиш эҳтимоллиги, ва  “0” ва “1” маълумотлар битининг юзага келиш эҳтимоллигидир. - бит даври ва  ва  “0” ва “1” чипли хатолик эҳтимоллигидир.



2-расм. Турли қийматли шовқинлар . Қалин чизиқ (12) ифода бўйича ҳисобланган, пунктир чизиқ Гаус шовқини, сара пунктир чизиқ ўзгарган Гаус шовқини.

А. Нокогерент режим 

(3) ифодага кўра қабул қилинган сигнал  қуйидагича аниқланади:



Агар MAI ва қабул қилгичдаги шовқин Гаусс шовқини сингари эканлигини фараз қиландиган бўлсак:



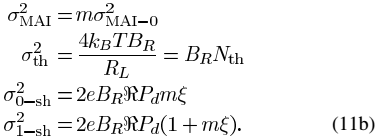
ва



Бу ерда  чегаравий қиймат.  ва  мувофиқ равишда “0” ва “1” шовқин дисперсияси.



Бу ерда  ва  мувофиқ равишда MAI, шовқин, флуктуацион шовқин.



Бу ерда  -  Голд коди ва  бўлганда ягона интерференция сигнал дисперсияси.   қабул қилгич полоса кенглиги ва  иссиқлик шовқинининг спектрал дисперсияси,  - Больцман доимийси.  - температура, - юклама,. е – электрон заряди.



Б. Когерент режим (kt=1)

1-жадвал.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Механизм | Метод | Изоҳ | |
| Қисман когерент OCDMA | Когерент OCDMA |
| Ўзаро халақитни камайтириш | Узунроқ кодни қўллаш | кичик қувват ва полоса кенглиги самарадорлиги паст | Тармоқ қурилмалари қиммат, маълумотларни узатиш тезлигининг чекланганлиги |
| Синхронланган OCDMA | 1.Чип узунлигини ўзгартириш орқали оптик доменни бошқариш  2.Полоса кенглиги самарадорлиги пастлиги | |
| Қутблик | Қутбланиш ва модуляция | PON учун самарали эмас | |
| Кичик когерент манба | LED, ASE, DFB, модуляция ва ҳ. | Kt қиймати катта бўлганлиг сабабли самарали | чип давомийлиги талаб этадиган мувофиқликка эришилмайди |