

5. O'z DSt ISO/IEC 2382-8.2007 Ўзбекистон Давлат Стандарти. Ахборот хавфсизлиги. Атамалар ва таърифлар.

6. TSt 45-010:2010. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида ахборот хавфсизлиги. Атамалар ва таърифлар.

7. Безопасность в электросвязи и информационных технологиях. Обзор содержания и применения действующих Рекомендаций МСЭ-Т для обеспечения защищенной электросвязи. МСЭ-Т. 2009.

8. Д.Е. Акбаров. Ахборот хавфсизлигини таъминлашнинг криптографик усуллари ва уларнинг қўлланилиши. Тошкент. "Ўзбекистон маркаси" нашриёти 2009.

9. Безопасность в электросвязи и информационных технологиях. Обзор содержания и применения действующих Рекомендаций МСЭ-Т для обеспечения защищенной электросвязи. МСЭ-Т. 2012.

10. Ахборот хавфсизлигига оид терминларнинг русча-ўзбекча изохли луғати. Тошкент "ФАН" нашриёти. 2009.

Джаббаров Шухрат Юлдашевич т.ф.н.,
"Маълумот узатиш тармоқлари ва тизимлари"

УДК 620:191.33:681.7.624.012

Б.Н.Рахимов, Б.А.Тургунов

ТОЛАЛИ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИДА АЛОҚА КАНАЛИГА НОЛЕГАЛ УЛАНУВЧИНИНГ АХБОРОТНИ СИФАТЛИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ ЭХТИМОЛЛИГИ ТАДҚИҚИ

Ушбу мақолада толали оптик алоқа тизимларида ахборотга рухсатсиз уланувчи нолегал фойдаланувчининг ахборотни сифатли қайта тиклаш эҳтимоллиги тадқиқи амалга оширилди. Яъни, нолегал фойдаланувчи фото қабул қилиш қурилмасининг ахборотни хато қайта тиклаш эҳтимоллигини линиядаги сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлиги ўрганилди. Ахборотни хатолик билан қайта тиклаш эҳтимоллигининг сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлик графиги олинди.

Калит сўзлар: Ахборотга рухсатсиз уланиш, тармоққа нолегал уланиш, линиявий кодлар, ахборотни сифатли қайта тиклаш.

Кириш. Толали оптик алоқа тизимлари (ТОАТ) да ахборотга рухсатсиз киришни амалга оширувчининг энг асосий вазибаларидан бири бу – оптик тола бўйлаб узатилаётган оптик нурланишнинг маълум бир қувватини тола ташқарисига сизиб чиқишига ва уни максимал даражада фотоқабул қилиш қурилмасига киришга эришишдир. Чунки оптик алоқа каналларидан рухсатсиз ахборот олишда юқори сифатга эришишнинг асосий шартларидан бири нолегал фото қабул қилувчи қурилмага максимал даражада юқори қувватдаги оптик нурни киритишдир. Ушбу мақсадда у мазкур тола бўйлаб ҳосил қилинган легал алоқа каналига рухсатсиз уланиш каналини ҳосил қилади. Аммо рухсатсиз киришни амалга оширувчи (РКАО) томонидан толадан сизиб чиқарилиши лозим бўлган оптик қувватнинг қийматига қуйи ва

кафедраси мудири, Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети

Эл. почта: Shuhrat_djabbarov@mail.ru

Djabbarov SH.Yu.

ANALYSIS OF USE OF DATA COMMUNICATION MANAGEMENT METHODS

In this article the methods of access management to data transmission networks (DTN) are considered. Two basic access management mechanisms are conducted: discretionary and mandatory. The basis of the Discretionary Access Control is a matrix of access rights, in the cells of the matrix that contains the access rights of subjects to objects. Also mandatory access management is considered based on the model of the Bell-Lapadul which prohibits the transfer of right access between users. The most widespread protocols to management access to the (DTN) of remote users are protocols RADIUS and TACACS+. The advantages and disadvantages are demonstrated by analyzing of their capabilities.

Key words: discretion, mandated, confidentially, password, secure, protection, subject, object, authentication, TACACS+, RADIUS.

юқоридан чегара мавжуд. Бу шуни англатадики, агар сизиб чиқарилаётган оптик қувватнинг қиймати чегаравий қийматдан ортиб кетса бу рухсатсиз кириш (РК) аниқланилиб қолишига олиб келади.

Асосий қисм. Демак толали оптик алоқа линияларида РК ни амалга оширишда РКАО да фойдали сигнал қувватининг етарлича кичик улушини толадан ажаратиб чиқариш имкони мавжуд. Лекин ажратиб чиқарилаётган оптик қувватнинг қуйи чегарадан паст қийматида ахборотни қайта тиклаш имконияти камаяди[1].

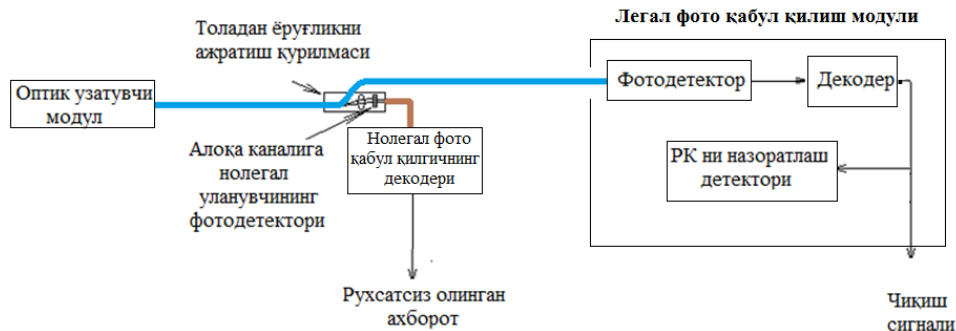
РКАО томонидан қўлланилувчи фото қабул қилувчи қурилма (ФҚҚҚ) ларга ТОАТ даги легал ФҚҚҚ га нисбатан юқори талаблар қўйилади, сабаби юқорида тақдланганидек РКАО нинг ихтиёрида жуда кичик қувватдаги оптик сигнал мавжуд. Демак РКАО томонидан қўлланилувчи

ФҚҚҚ ларнинг фотодетекторлари юқори сезгирликка, юқори кучайтириш коэффициентига эга бўлиши лозим. Конструктив тузилиши жихатидан РКАО нинг ФҚҚҚ ҳам қолган барча ФҚҚҚ лардан деярли фарқ қилмайди ва уларнинг асосий элементлари қуйидагилар:

- Фото қабул қилувчи элемент – оптик сигнални электр сигнаliga ўзгартириш учун;
- Декодер – фото қабул қилувчи элементнинг чиқишидаги электр сигнални таҳлил қилади ва унинг таркибидаги рақамли сигнал импульсларини ажратади.
- Охириги қурилма – декодердан қабул қилинган иккилик сигналларни инсон тушунадиган ҳолатда ифодалайди ёки хотирасига қайд қилади.

Рақамли оптик алоқа тизимларида ҳар бир рақамли ахборот, масалан телефон сўзлашуви сигналлари линиявий кодлар ёрдамида кодланади ва сўнгра оптик толали алоқа линияси бўйлаб узатилади.

Оптик алоқа тизимларида иккилик сигналларни кодлаш учун бугунги асосан NRZ (нолга қайтмаслик коди) коди ва унинг модификациялари қўлланилади.



1- расм. Толали оптик алоқа тизимида рухсатсиз уланишнинг амалга оширилиши

Декодловчи қурилма фотодетектор чиқишидаги сигналга мос қарор қабул қилишда одатда қабул қилинган сигнал сатхини олдиндан белгиланган чегаравий қийматга қиёслайди. Бундай қиёслашни амалга оширишнинг энг мос вақтини танлаш учун ФҚҚҚ ларда махсус фазавий синхронизация схемаси қўлланилади. Қачонки мос вақт келганда декодер ўзининг киришидаги сигналнинг сатхини ўлчади ва уни олдиндан белгиланган чегаравий сатх билан қиёслайди. Агар қабул қилинган сигнал сатхи чегаравий сатхдан баланд бўлса “1” белгиси, чегаравий қийматдан паст бўлса “0” белгиси қабул қилинди деб қарор қабул қилинади.

Ушбу жараён содда кўринсада аслида, қабул қилинган қарорнинг тўғрилиги фотодетекторнинг оптик сигнални аниқ ўлчашига, шунингдек декодер киришидаги сигнални қай даражада аниқ ўлчашига боғлиқ. Чунки декодер киришида нафақат узатилган фойдали сигнални ифодаловчи “1” ва “0” импульслар кетма-кетликлари, балки турли шовқинлар ҳам мавжуд бўлади. Алоқа каналларида ва хаттоки фотодетектордаги фотоэлектрон ўзгартириш жараёнида пайдо бўладиган шовқинлар детектор киришидаги сигналнинг маълум улушини ташкил этади. Бу шовқинлар турлича сатхларда бўлиши

Бу кодлаш тизимида “1” символини узатиш учун маълум бир жадалликдаги ёруғлик импульси қўлланилади, “0” символини узатиш учун эса линияга ёруғлик импульси узатилмайди (ёки “1” белгисини узатишдаги ёруғлик импульсига нисбатан кичикроқ сатхдаги ёруғлик импульси узатилади)[2].

Рақамли оптик алоқа тизими орқали узатилаётган “1” белгисига мос ёруғлик импульсининг давомийлиги T га, қувват сатхи эса

P_1 га тенг бўлса, мос ҳолда “0” белгисига мос ёруғлик импульсининг давомийлиги T га, қувват сатхи эса P_0 га тенг. Декодерловчи қурилма фото қабул қилувчи элемент чиқишидаги сигнал ситхини кузатади ва унинг қийматига мос ҳолда, ушбу моментда “1” белгиси ёки “0” белгиси қабул қилинганлиги хусусида қарор қабул қилади. Фотодетекторнинг чиқишида аддитив шовқин майдонларининг мавжудлиги ва декодлаш қурилмасигача бўлган занжирлардаги аддитив шовқинлар мавжудлиги иккилик сигналларни қабул қилишда қарор қабул қилишдаги хатоликларни ортишига олиб келади.

мумкун ва узатилган сигнал сатхининг паст қийматларида улар билан қувват бўйича қиёсланиш даражасига эга бўлиши мумкун. Бу эса детекторнинг узатилган белгилар хусусида тўғри қарор қабул қилишига халақит беради.

Демак мазкур мақолада биз толали оптик алоқа линияларида қўлланилаётган ФҚҚҚ лар (Легал ёки нолегал ФҚҚҚлар) нинг узатилган ахборотни қай даражада юқори аниқликда қайта тиклай олиш эҳтимоллигини тадқиқ қилишни амалга ошираемиз. Мазкур ишда биз ФҚҚҚ ларнинг ахборотни қайта тиклаш сифатини баҳолаш учун уларнинг символларни хато қабул қилиш эҳтимоллиги каби параметридан фойдаланамиз. Ваҳоланки ахборотни хато қабул қилиш эҳтимоллиги ва тўғри қабул қилиш эҳтимолликларининг йиғиндиси доим бирга тенг. Қуйида ТОАТ ларида ФҚҚҚ ларда ахборотни қайта тиклаш жараёнида хатоликларни юзага келиш эҳтимоллигининг декодер киришидаги сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлиги кўриб чиқилади.

Демак декодернинг қабул қилинган импульс хақидаги қарор қабул қилишида фотодетектор чиқишидаги сигнал/шовқин нисбатининг қиймати юқори ахамиятга эга. Бундай ташқари маълумки

ёруғлик импульсларининг ўзи ҳам оптик тола бўйлаб тарқалишида дисперсия, сўниш ва сочилиш каби таъсирларга учрайди ва бунинг натижаси импульслар ордидан чўзилиш хосил бўлади. Бу эса белгилар аро ҳалақитларни юзага келтиради ва декодернинг хато қарор қабул қилиш эҳтимоллигини ортиради.

Юқоридаги барча омиллар декодер томонидан оптик импульсларни тўғри детекторлашига ҳалақит беради. Шунинг учун ҳам деткодер “1” белгиси узатилганда “0” белги узатилган деб ёки аксинча “0” белги узатилганда “1” белги узатилди деб хато қарор қабул қилиши эҳтимоли мавжуд. Юқоридагилардан келиб чиқиб хулоса қилиш мумкинки, сигнал қувватининг шовқин қувватига нисбати қанчалик катта бўлса декодерда иккилик сигналларни қайта тиклашдаги хато қилиш коэффиценти шунчалик кичик бўлади.

ФКҚҚ таркибидаги декодернинг иккилик сигналларни қайта тиклаш жараёнини таҳлил қилиш учун декодер киришидаги электр сигналининг кучланиш қийматини ўртача қиймати u_m га ва дисперсияси σ_u га тенг, Гаусс тақсимот қонуниятига эга бўлган тасодифий катталик сифатида қаралади[3].

$$P_u(u) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(u-u_m)^2}{2\sigma_u^2}} \quad (1)$$

Бу ерда $P_u(u)$ – декодернинг киришидаги сигналнинг шу ондаги кучланиши қиймати u га тенг бўлиш эҳтимоллиги.

Агар “1” белгиси узатилганда декодер киришидаги сигналнинг энг юқори эҳтимолий қиймати u_1 тенг деб олинса ва “0” белгиси узатилгандаги декодер киришидаги сигналнинг энг юқори эҳтимолий қийматини $u_0 = 0$ деб олинса, у холда қиёслаш бўсағасининг қиймати u_s га тенг бўлади.

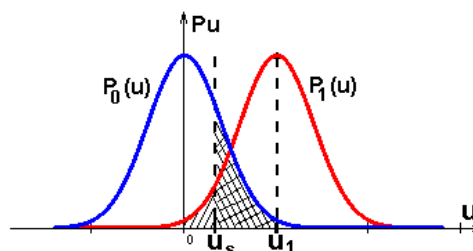
Эслатиб ўтамизки NRZ кодидан фойдаланишда Т вақт интервали мобайнида ё “1” белгисини узатиш учун доимий сатхдаги ёки “0” белгисини узатиш учун нол сатхдаги сигнал узатилади. У холда “1” белгисини узатишда декодер киришидаги сигналнинг Гаусс тақсимоти қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$P_1(u) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(u-u_1)^2}{2\sigma_u^2}}, \quad (2)$$

Аксинча “0” белгисини ўзатишда декодер киришидаги сигналнинг Гаусс тақсимоти қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$P_0(u) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}}, \quad (3)$$

Юқорида келтирилган “1” ва “0” импульсларини узатиш учун Гаусс тақсимот функцияларини бўсағавий сатх қийматини берган холда графигларини хосил қиламиз:



2-расм. Нолегал фотодетекторнинг киришидаги оптик сигнал учун эҳтимоллар тақсимоти

Юқоридаги графидан кўринадики, “1” белгисини узатиш жараёнида декодер хатога йўл қўйган холда “0” белгиси сифатида қабул қилиши мумкин, агар ундаги кириш кучланишининг қиймати $-\infty$ дан u_s гача оарликдаги қийматни қабул қилса. Бундай холатни юзага келиш эҳтимоллиги қуйидагига тенг:

$$P(0|1) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u_s} e^{-\frac{(u-u_1)^2}{2\sigma_u^2}} du, \quad (4)$$

Ёки аксинча, “0” белгисини узатиш жараёнида декодер хатога йўл қўйган холда “1” белгиси сифатида қабул қилиши мумкин, агар декодер киришидаги кучланишининг қиймати u_s дан $+\infty$ гача оарликдаги қийматни қабул қилса. Бу холатнинг юз бериш эҳтимоллиги эса қуйидагига тенг:

$$P(1|0) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{u_s}^{+\infty} e^{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}} du, \quad (5)$$

Демак рақамли оптик алоқа тизимларида “1” белгиси узатилганда “0” деб қабул қилиш ва “0” белгиси узатилганда “1” деб қабул қилиниш эҳтимоллиги тенг. Шунинг учун рақамли оптик алоқа тизимларида маълумот узатилганда хатолик юзага келишининг умумий эҳтимоллигини аниқлаш учун қуйидаги математик ифодадан фойдаланиш мумкин:

$$P_e = \frac{1}{2} P(0|1) + \frac{1}{2} P(1|0) \quad (6)$$

Агар хар бир символ учун хато қабул қилиниш эҳтимоллагини ҳисобга олинса, қуйидаги математик ифода келиб чиқади:

$$P_e = P(0|1) = P(1|0) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{u_s}^{+\infty} e^{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}} du, \quad (7)$$

Шунингдек агар $P(0|1) = P(1|0)$ эканлигини ҳисобга олинса, у холда декодлашдаги бўсағавий қийматни аниқлаш мумкин бўлади, яъни:

$$\frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u_s} e^{-\frac{(u-u_1)^2}{2\sigma_u^2}} du = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{u_s}^{+\infty} e^{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}} du, \quad (8)$$

Юқоридаги функцияларнинг ўзаро монотонлиги асосида қуйидаги тенгликни хосил қилиш мумкин

$$(u_s - u_1)^2 = u_s^2, \quad (9)$$

у ердан декодер учун бўсағавий сигналнинг қийматини аниқлаш мумкин ва у қуйидагича аниқланади:

$$u_s = \frac{1}{2} u_1$$

Демак интуитив равишда (яъни ҳар икки символнинг хато қабул қилиниш эҳтимоллиги тенг деб олинган ҳолатда) бўсағавий кучланишнинг қиймати сигнал амплитудасининг ярмига тенг.

Узатилган битларни қабул қилишда қайта тикланишдаги хатоликлар эҳтимоллигини аниқлаш учун юқоридаги (7) формулани қуйидаги ўзгартувчини алмаштириш орқали соддалаштириш мумкин:

$$t = \frac{u}{\sqrt{2}\sigma_u}$$

У ҳолда формула (7) формула қуйидаги шаклга келади:

$$P_e = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{u_s}^{+\infty} e^{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}} du = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \int_{\frac{u_s}{\sqrt{2}\sigma_u}}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{u_s}{\sqrt{2}\sigma_u}}^{+\infty} e^{-t^2} dt \quad (8)$$

Агар унга қуйидаги белгилашни киритилса:

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_x^{+\infty} e^{-t^2} dt \quad (9)$$

У ҳолда (7) формула қуйидаги содда шаклга келади:

$$P_e = \operatorname{erfc}\left(\frac{u_s}{\sqrt{2}\sigma_u}\right) = \operatorname{erfc}\left(\frac{u_1}{2\sqrt{2}\sigma_u}\right) = \operatorname{erfc}\left(\frac{u_1}{\sigma_u} * \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) \quad (10)$$

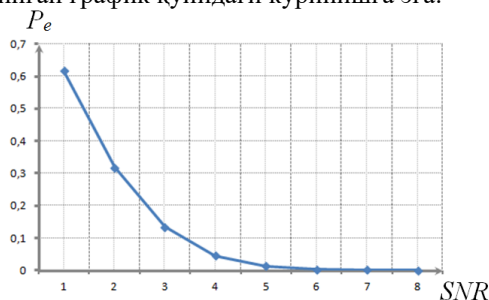
$$\operatorname{SNR} = \frac{u_1}{\sigma_u}$$

Агар SNR эканлиги ҳисобга олинса, у ҳолда (10) формула қуйидаги шаклни олади:

$$P_e = \operatorname{erfc}\left(\frac{\operatorname{SNR}}{2\sqrt{2}}\right) \quad (11)$$

Юқоридаги (11) формулада акс эттирилган символни хато қилиш эҳтимоллигини SNR – сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлигини ифодаловчи erfc – функция бу хатоликнинг қўшимча функцияси деб номланади жуда кенг қўлланилади. Унинг қийматларини математик жадвал ва справочниклардан топиш мумкин.

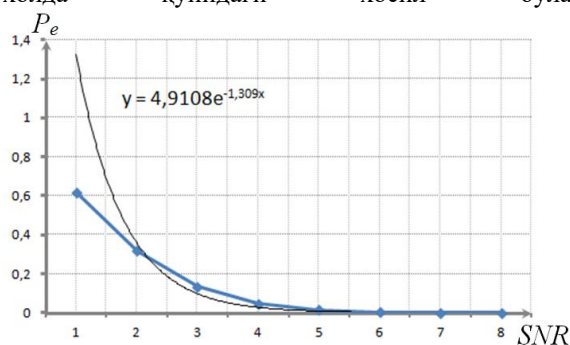
Олинган (11) формуланинг аҳамияти жуда юқори. Бу формула рақамли оптик алоқа тизимларида символлар узатилганда уларни қабул қилишда хатолик юз бериш эҳтимоллигини қабул қилишдаги SNR -сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлигини ифода қилади. Ушбу формула асосида олинган график қуйидаги кўринишга эга:



3-расм. Оптик алоқа каналига рухсатсиз уланувчининг нолегал фотодетекториде символларни хатолик билан қайта тиклаш эҳтимоллигининг фотодетектор киришидаги сигнал/шовқин нисбати қийматига

боғлиқлик графиги

Толали оптик алоқа каналига рухсатсиз уланувчининг нолегал фотодетекториде символларни хатолик билан қайта тикланиш эҳтимоллигининг фотодетектор киришидаги сигнал/шовқин нисбати қийматига боғлиқлик графиги экспоненциал функцияга яқин шаклда камайиши графикда акс этди. Демак SNR нинг сон қиймати ортиб борган сари фотодетекторда символларни хато қайта тиклаш эҳтимоллиги камайиб боради. Агар мазкур графикнинг экспоненциал функцияга апроксимацияси ҳосил қилинса ва унинг математик ифодаси олинса, у ҳолда қуйидаги ҳосил бўлади:



4-расм. Олинган формулага мос графикнинг экспоненциал функцияга апроксимацияси

Хулоса

Олинган натижавий формула (11) толали оптик алоқа тизимларида қўлланилаётган ҳар қандай ФКҚҚ лар учун, шу жумладан РКАО га тегишли ФКҚҚ учун ҳам узатилган ахборотни қайта тиклашда хатолик юзага келиш эҳтимоллигини мазкур ФКҚҚ таркибидаги декодер киришидаги SNR – сигнал/шовқин нисбатига боғлиқлигини ифодалайди. Юқорида тақидлаб ўтилганидек, РКАО томонидан толадан ажратиб чиқарилиши мақсад қилинган оптик қувватнинг қийматига юқоридан ва қуйидан чегара мавжуд. РКАО ажратиб чиқараётган оптик қувват қийматини ортурса ТОАТдаги РК ни назоратлаш детектори томонидан аниқланиб қолиниш хавфи ортади. Толадан ажратиб олинаётган оптик қувватнинг кичик қийматларида эса SNR нинг даражаси юқори бўлади. Натижавий формуладан кўриш мумкин ахборотни хатолик билан қайта тиклаш эҳтимоллиги SNR нинг қийматига тўғри пропорционал. Демак SNR қийматининг ортиши хатолик эҳтимоллигининг ортишига олиб келади.

Ахборотни рухсатсиз киришлардан химоялаш мақсадида оптик алоқа линиясини турли усулларда шовқинлантириш орқали РКАО нинг ахборотни сифатли қайта тиклаш эҳтимоллигини кескин камайтириш мумкин. Бунда легал ФКҚҚ нинг имкониятларини эътибрга олиш лозим.

Юқоридаги олинган графиклардан маълум бўладики, SNR қийматини камайиши билан толали оптик алоқа тизимидаги нолегал фотодетекторнинг символларни хато қайта тиклаш эҳтимоллиги кескин суръатда ортиб кетади.

Адабиётлар:

1. K. Shaneman, S. Gray, Optical network security: technical analysis of fiber tapping mechanisms and methods for detection and prevention, in Military Communications Conference, Monterey, CA, Vol. 2, 2004, pp. 711–716.
2. M.P. Fok, Z. Wang, Y. Deng, P.R. Prucnal, Optical layer security in fiber-optic networks, IEEE Trans. Inf. Secur. Forensics 6 (3) (2011) 725–736.
3. B. Wu, B.J. Shasti, P.R. Prucnal, Secure communication in fiber-optic networks, in: Emerging Trends in ICT Security, Elsevier, 2014.
4. Персоник С.Д. Проектирование приемников для систем с волоконными световодами. ТИИЭР. 1977. Т. 65, №12.
5. Свинцов А.Г. Волоконно-оптические системы передачи и защита
6. Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи. Перевод с англ. М.: «Мир», 2000
7. Яковлев А.В. Волоконно-оптическая система передачи конфиденциальной информации. «Электросвязь», 1994, №10
8. Яковлев В.А., Комашинский В.В. Исследование способа маскирования сигналов в волоконно-оптических линиях связи. «Проблемы

информационной безопасности», 2001, №2, с. 27

9. Яковлев В.А., Комашинский В.В. Оптимизация параметров системы контроля несанкционированного доступа к защищенным волоконно-оптическим линиям связи. «Проблемы информационной безопасности», 1999, №2, с. 93

Рахимов Бахтиёржон Нейматович –техника фанлари доктори, Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети “Телерадиоэшиттириш тизимлари” кафедраси доценти.

Тургунов Бекзод Адивоситович - Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Фаргона филиали “Телекоммуникация инжиниринги” кафедраси катта ўқитувчиси, мустақил тадқиқотчи.

E-mail: forish2009@mail.ru

In this article it was investigated the probabilities of qualitative information recovery by an illegal user of unauthorized access to information in fiber-optic communication systems. That is, the dependence of the probability of erroneous information recovery on the signal-to-noise ratio in the line is studied. The diagram of dependence of the probability of erroneous information recovery on the signal-to-noise ratio in the line was taken.

Key words: Illegal access to information, illegal access to the network, linear codes, qualitative information recovery.

УДК 621.391

А.М. Эшмурадов, Х.Г. Соатов

ОПТИК ТАРМОҚЛАР УЧУН КОДЛАР ИНФОРМАТИВ ПАРАМЕТРЛАРИ АСОСИДА УЛАРНИ ТАСНИФЛАШ ВА ҚЎЛЛАШ МАСАЛАСИ

Ушбу мақолада оптик каналлари код билан ажратилган тизимларда қўлланувчи кодлар классификацияси, уларнинг бир нечта параметрлари ичидан кўпроқ ахборотни ифодалай оладиган кўрсаткичларини саралаб олиш асосида турли характеристикаларини ҳисоблаш, олинган натижалар бўйича каналлари код бўйича ажратилган оптик тармоқларда уларни қўллаш билан боғлиқ бўлган ечимлар кўриб чиқилган. Асосий хулосалар кодларни оптик тармоқларга реализация қилиш муаммоларини қамрайди.

Калит сўзлар: каналларни код бўйича ажратиш, оптик тармоқ, код, кодлар классификацияси, сигнал/шовкин нисбати, асосий параметр.

Телекоммуникациялар учун истикболли ечим – фойдаланувчиларга турли хизматларни кўрсатувчи янги авлод тармоқларининг сўнгги миля сегментини модернизациялаш, янада ривожлантиришдир. Ушбу истикболли амалга ошириш учун оптик усулларга асосланган, етарли бўлган полоса кенлигини таъминлай оладиган пассив оптик тармоқларини (PON) қўллаш мақсадга мувофиқ. Бунда оптик тармоқларни лойиҳалаш ва қуришда вақт бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (TDMA), тўлқин узунлиги бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (WDMA), кичик ташувчили фойдалана олиш (SCMA) ҳамда код бўйича ажратилган кўп маротабали фойдалана олиш (CDMA) технологияларини қўллаш мумкин.

ОСДМА асосида оптик тармоқларни қуриш масаласи тармоқда фойдаланувчиларнинг катта сони, канал ўтказиш полосасининг жуда юқорилиги (10^4 - 10^{16} Гц) билан кейинги авлод кенг ва ўта кенг полосали тармоқларини қуриш афзалликларини яратади.

Янги хизматларнинг пайдо бўлиши ҳамда фойдаланувчилар сони ошиши билан тармоқ сиғимини максимал даражада ошириш, каналлараро ҳалақитларни минимал қийматлар билан аниқлаш бу йўналиш устида олиб борилаётган илмий изланишларнинг асосий мазмунини ташкил этади. Ушбу масалаларни истикболли ечимлари кўп жиҳатдан бир нечта факторларга боғлиқ. Мазкур мақола ўз ичига айнан оптик тармоқларда