

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ
ҚЎМИТАСИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

Қўл ёзма ҳуқуқида

ШЕРДИЛОВ ТИМУР МАМАРАДЖАПОВИЧ

**Абонент кириш тармоқларида ностационар сигналлардан фойдаланиб
ахборот узатиш трактини тадқиқ этиш**

5A311301 – Ахборот узатиш тизимлари ва қурилмалари

**Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

**Илмий раҳбар:
т.ф.н., доц. Эшмурадов А.М.**

Тошкент 2014

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ
ҚЎМИТАСИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

Факультет	<u>Телекоммуникация</u>	Магистратура	<u>Шердилов Т.М.</u>
Кафедра	<u>МУТ ва Т</u>	талабаси	
Ўқув йили	<u>2012/2014</u>	Илмий	<u>т.ф.н.,доцент</u>
		рахбар	<u>Эшмурадов А.М.</u>
		Мутахассислик	<u>5A311301</u>

МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Ушбу магистрлик диссертация ишида абонент кириш тармоғида хизмат кўрсатиш каналлари сонини ошириш масаласи кўрилган бўлиб, унинг эвазига кириш тармоғининг ўтказувчанлик қобилияти оширилади. Ушбу мақсадга эришиш учун диссертация ишида абонент кириш тармоғида ахборотларни узатиш усуллари ва технологиялари таҳлил этиб чиқилди. Кириш тармоғида каналлар сонини ошириш учун каналларни кодли ажратиш усулини қўллаш, яъни элтувчи рақамли кетма-кетликни татқиқ этиш натижасида Уолш функциясини ишлатиш мақсадли эканлигини исботланди. Уолш функциясининг модуллаштирилган параметрларини кўп каналли тизимда ишлатиш мумкинлиги аниқланди. Ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратишнинг асосий принципларини ишлаб чиқилди. Диссертация ишида таклиф этилган ностационар сигналларни абонент кириш тармоғида қўллашнинг амалий аҳамияти, унинг ўтказувчанлик қобилиятининг ошиши мумкинлиги ҳамда таклиф этилган усулни лаборатория шароитида синовдан ўтказиш лозимлиги ва ундан кейин тармоққа тадбиқ этиш мақсадга мувофиқ эканлиги тавсия этилди.

Илмий раҳбар, т.ф.н.,доцент

Эшмурадов А.М.

Магистратура талабаси

Шердилов Т.М.

**STATE COMMITTEE OF COMMUNICATION, INFORMATION AND
TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN
TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

Faculty	<u>Telecommunication</u>	Master student	<u>Sherdilov T.M.</u>
Department	<u>DCN and N</u>	Scientific supervisor	<u>c.of.t.s.,docent Eshmuradov A.M.</u>
Academic year	<u>2012/2014</u>	Specialty	<u>5A311301</u>

ABSTRACT FOR MASTER'S DISSERTATION

This investigation is devoted to the problem of increasing service channels in the subscriber incoming network as a result of which increases the bandwidth of the network. To achieve this object in this research analyzed methods and technologies of sending information incoming subscriber network. To increase the number of channels in the incoming network using channels coded separation method is effective and it is justified that using function Walsh is fruitful as a result of applying digital transmission sequence. Proved that possibility of using modular parameters Walsh functions. The basic principles of wideband incoming network are developed. Value on the practical implementation of the proposed thesis in non-stationary signals incoming subscriber network is that it provides an opportunity to increase its throughput ability. Recommended usefulness of laboratory testing and subsequent implementation of the network.

Scientific supervisor, c.of.t.s.,docent

Eshmuradov A.M.

Master student

Sherdilov T.M.

М У Н Д А Р И Ж А

Кириш.....	3
I боб Абонент кириш тармоғи технологияларининг таҳлили	10
1. Абонент кириш тармоғи технологиялари.....	10
2. xDSL технологиясини таҳлили.....	11
3. Пассив оптик тармоқ технологиясини таҳлили.....	19
4. Кенг поласали симсиз кириш тармоғи таҳлили.....	23
I боб бўйича хулоса.....	27
II боб Ностационар сигналлардан фойдаланиб ахборотни узатиш принциплари.....	29
1. Абонент кириш тармоқларида кўп имконийликни қўллаш масалалари.....	29
2. Кўп имконийликда ностационар сигналларни қўллаш масалалари.....	36
3. Частота – вақтли матрицалар усулида абонент рақамларини кодлаш.....	49
4. Толали оптик алоқа тизимларида каналларни код орқали ажратиш усуллари.....	51
II боб бўйича хулоса.....	57
III боб Кўп имконийликда абонент кириш тармоғи технологиясини яратиш принциплари.....	58
1. Кўп имконийликда маълумот ва нутқ хабарларини узатишнинг эҳтимоллик характеристикаларини таҳлили.....	58
2. Ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратишнинг асосий принциплари.....	66
III боб бўйича хулоса.....	75
Хулоса.....	76
Адабиётлар рўйхати.....	78

Кириш

Диссертация мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги.

Ҳозирги пайтда телекоммуникация технологияларининг жадал суръатларда ривожланиши ва техниканинг бир авлодидан иккинчисига ўтиш даврининг йилдан йилга қисқариши кузатилмоқда. Республикамиз мустақилликка эришгандан сўнг телекоммуникация тармоқларини жаҳон стандартлари асосида реконструкциялаш ва ривожлантириш ишларини тубдан жадаллаштиришга талаб кундан кун ошиб бормоқда. Шу билан бирга кўйилган талабларни бажариш учун имкониятлар яратилмоқда. Бу жараён Республикамиз телекоммуникация тармоғига катта ҳажмдаги инвестицияларни киритиш ва тармоқни янги техника ва технологиялар асосида қайта қуришга олиб келди.

Замонавий жамият ахборот хизматларга ғоятда юқори эҳтиёжни таърифлайди. Ахборот инфратузилмани ривожлантирмасдан кўпгина бизнес вазифа, ҳам битта ёки бир неча корхоналарда ҳам бутун давлат даражасида ўзаро ҳамкорлик ва бошқаришларни ечиш мумкин эмас. Ундан ташқари XX - XXI асрлар бўсағасида жаҳон иқтисодиётини фаол ривожланиши телекоммуникация хизматлари бозорини жўшқин ривожланишига олиб келади.

Иқтисодий фаолиятини кучайиши, ишлаб чиқариш қувватини ошиши ва бизнес - жараёни жадаллиги телекоммуникация муҳитига қаттиқроқ талаблар қўяди. Ўз навбатида, ахборот технологияларини ривожланиши берилаётган хизматлар сифатини фақатгина яхшиланмай, балки истемолчиларга хизмат кўрсатишнинг принципиал янги турларини таклиф этади.

2002 йил май ойида чиққан Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Компьютерлашни бундан кейинги ривожланиши ва ахборот-коммуникацион технологияларни тадбиқ этиш ҳақида”ги УП-3080 сонли фармони, кейингиси июнда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг “Компьютерлашни бундан кейинги ривожланиши ва

ахборот-коммуникацион технологияларни тадбиқ этиш бўйича қўшимча чоралар ҳақида”ги ПП-117 сонли қарори ва 2014 йил 17 январдаги 2013 йилда мамлакатимизни ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014 йилга мўлжалланган энг муҳим устувор йўналишларга бағишланган Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузалари бизнинг давлатимиз ва умуман жамият ҳаётини ўзгартирди. Ахборот-коммуникацион хизматлар (овозни, маълумотларни узатиш, сўров бўйича видео, IP-телефония) спектрни кенгайтириш ва уларни шахсий сектор абонентлар, ташкилотлар ва йирик корпоратив бизнес-мижозлар потенциал мижозларига бериш ва янги технологияларини ҳисобга олиб қўшимча хизмат турларини бериш бўйича чоралар аниқланган эди. Лекин монополияни йўқотиш жараёни билан рағбатантирилган операторлар орасидаги рақобатни ўсиб бориши, кескин тармоқни ўзгартиришни талаб қилади. Телекоммуникация тармоқларини капитал истеъмол қилишлиги ва инвестицияли инертлиги ҳамма давлатлар операторларини принципиал янги хизматларни тадбиқ этишни таъминловчи ва телекоммуникация бозорида янги уялар очувчи тармоқни модернизациялаш йўллари қидиришга мажбурлайди.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислон Каримовнинг 2013-йилнинг асосий якунлари ва 2014- йилда Ўзбекистонни иштимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисида “Мамлакатимизда хизмат кўрсатиш ва сервис соҳаси 2013-йилда жадал суръатлар билан ривожланиб, унинг ялпи ички маҳсулотдаги улуши 37 фоиз ўрнига 50,5 фоизни ташкил этди. Йил давомида алоқа ва ахборотлаштириш хизматлари ҳажмининг 41,6 фоизга ўсганини бугунги кун талабларига жавоб берадиган ижобий тенденция сифатида баҳолаш лозим. Бу кўрсаткич, аввало, мобил алоқа ва Интернет тармоғи хизматларидан фойдаланадиган абонентлар сонининг ўсиши ҳисобидан таъминланди. Бунда ҳисобот йилида аҳоли учун Интернет хизматларидан фойдаланиш тарифларини 22 фоизга камайтириш бўйича қўрилган чоратadbирлар муҳим аҳамият касб этди”. [1]

Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислон Каримов 2013-йилда мамлакатимизни ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ҳамда 2014-йилда мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаларида шундай деганлар: “Жорий йилнинг ўзида замонавий технологиялар асосида видеотелефонлар, интернет-телевидения, юқори тезликдаги интернет, HDTV каналларини намоёни қилиш ва бошқа хизматлар кўрсатиш имконини берадиган 2 минг километр узунликдаги кенг полосали оптик толали алоқа тармоғи қурилишини якунига етказиш даркор. Янги ташкил этилган Алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация технологиялари давлат қумитаси, бу соҳада асосий мувофиқлаштирувчи орган сифатида, ўтган йилда қабул қилинган Ахборот-коммуникация технологияларини жорий қилиш ва янада ривожлантириш дастури бажарилишини қатъий назарга олиши, унинг ижроси натижалари тўғрисида Ҳукуматда мунтазам равишда ахборот бериб бориши зарур. Бу борада “Электрон ҳукумат” тизимини, шу жумладан, бошқарув жараёнлари, шунингдек, бизнес соҳасида ва фуқароларга давлат хизматлари кўрсатиш тизимини шакллантириш концепцияси ва комплекс дастурини ишлаб чиқишни жадаллаштиришга, Ахборот тизимларининг идоралараро ва идоравий комплексларни интеграция қиладиган миллий тизимини яратишга алоҳида эътибор қаратиш лозим. Алоқа ва ахборотлаштириш хизматлари 24,5 фоизга ошди. Бу соҳада эришилган реал рақам ва кўрсаткичлар мамлакатимизда амалга оширилаётган демократик ислохотлар ва ўзгаришларнинг самарадорлигини яққол намоён этаётганини ҳар биримиз ўзимизга аниқ тасаввур қилишимиз лозим.

Юқорида келтирилган муаммоларни ечиш йўлларида бири бўлиб, мультисервис тармоғини ва уни қуйи қисми бўлган абонент кириш тармоғини янада ривожлантириш ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда тармоқ ечимлари билан шуғулланадиган фирмаларга кўп сонли буюртмачиларнинг ҳаммаси маълумотлар узатиш тармоғи бўйича

маълумотлар, овоз, видео каби ҳар хил ахборотларни узатиш кераклиги билан мурожат қиладилар.

Хизматнинг принципал янги турлари пайдо бўлиши бизнес - жараёнларни оптималлаштиришга, эксплуатация харажатларини камайтиришга, ишлаб чиқиш қувватини яратишга йўл беради, бу охириг яқунда иқтисодий ривожланишнинг навбатдаги шохчасини пайдо қилади. Лекин телекоммуникация инфратузилмаси кўпгина қисми каналлар коммутацияси билан тармоқ ташкил қилади. Абонент кириш тармоқлари асосан аналогли. Замонавий юқори сифатли алоқа хизматларига фойдаланувчиларнинг ўсган талаблари кейинги авлод тармоғига ўтиш кераклиги ва муқаррарлигини кўрсатяпти. Бу кейинги авлод тармоғида пакетлар коммутацияси қўлланилади, бу мультимедияли трафикни (нутқ, маълумотлар, видео ва ҳоказо) узатишга йўл беради. Фойдаланувчиларни юқори сифатли мультимедияли хизматлар билан таъминлаш учун абонент кириш тармоғи юқори тезликли, мультисервиси, интеллектуалли бўлиши, юқори ишончликка ва имконга эга бўлиши керак. Бунга амалга ошириш учун кўпгина технологиялар ишлаб чиқилган. Уларга х. туридаги рақамли абонент линия xDSL, Ethernet, пассив оптик тармоқ PON, симсиз кириш Wi-Fi ва Wi MAX киради. Қайси технология танланганига қараб DSLAM -модем, Ethernet коммутатори, Wi-Fi кириш нуқтаси, Wi MAX базавий станциялари ва ҳоказо қурилмалари танланади.

Тадқиқот объекти ва предметининг белгиланиши. Диссертациянинг тадқиқот объекти бўлиб кенг полосали оптик кириш тармоғи ҳисобланади. Кириш тармоғининг ўтказувчанлик қобилиятини ошириш учун каналлар сонини кўпайтириш диссертациянинг тадқиқот предмети бўлиб хизмат қилади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари. Диссертациянинг тадқиқот мақсади абонент кириш тармоғида хизмат кўрсатиш каналлари сонини ошириш ҳисобланади. Шу ҳисобига кириш тармоғининг ўтказувчанлик қобилияти оширилади.

Ушбу мақсадга эришиш учун диссертацияда қуйидаги вазифалар ўз ечимини топган:

1. Абонент кириш тармоғида ахборотларни узатиш усуллари ва технологияларини таҳлил этиш.

2. Кириш тармоғида каналлар сонини ошириш учун каналларни кодли ажратиш усулини қўллаш, яъни элтувчи рақамли кетма-кетликни татқиқ этиш натижасида Уолш функциясини ишлатиш мақсадли эканлигини исботлаш.

3. Уолш функциясининг модуллаштирилган параметрларини кўп каналли тизимда ишлатиш мумкинлигини аниқлаш.

4. Ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратишнинг асосий принципларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари. Диссертацияда илмий-тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

1. Абонент кириш тармоғи технологиялари, каналлар ҳосил қилиниши ва ахборотларни узатиш усуллари таҳлили.

2. Абонент кириш тармоғида ахборот узатиш каналлари сонини ошириш усуллари таҳлили.

3. Абонент кириш тармоғида каналларни код орқали ажратиш усулини тадбиқ этиш.

4. Ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратиш принципини ишлаб чиқиш.

Мавзу бўйича қисқача адабиётлар таҳлили. Кенг полосали абонент кириш тармоғи технологияларини модернизация қилиш ва янгиларини ишлаб чиқиш устида кўп илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу билан бирга кириш тармоғига қўйиладиган талаблар ҳам ошиб бормоқда.

Тадқиқотда қўлланилган услубларнинг қисқача тавсифи. Диссертация ишида қўйилган масалаларни ечиш учун телетрафика назарияси, автоматик коммутация назарияси, алоқа тармоқлари назарияси ва оммавий хизмат

кўрсатиш тизимлари назарияларидан фойдаланилди.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти.

Диссертация ишида таклиф этилган ностационар сигналларни абонент кириш тармоғида қўллашнинг назарий аҳамияти тармоқнинг каналлар сонининг ошиши ҳисобланиб, унинг амалий аҳамияти кириш тармоғининг ўтказувчанлик қобилиятининг ошиши ҳисобланади.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги. Диссертация ишида тадқиқотнинг илмий янгилиги бўлиб қуйидаги олинган натижалар ҳисобланади:

1. Абонент кириш тармоғи технологиялари асосида каналлар ҳосил қилиниши, улар ёрдамида ахборотларни узатиш усуллари таҳлил қилинди ва натижада диссертация ишининг асосий мақсади ишлаб чиқилди.

2. Абонент кириш тармоғига каналларни код орқали ажратиш усулини қўллаш таклиф этилди.

3. Каналларни код орқали ажратиш усули билан ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратиш принципи ишлаб чиқилди.

Диссертация таркибининг қисқача тавсифи. Диссертация иши учта бобдан иборат бўлиб, биринчи бобда абонент кириш тармоғи технологияларининг таҳлили ва уларнинг қўлланиш соҳалари келтирилган. xDSL технологиясини абонент кириш тармоғида қўллаш усуллари таҳлил этилган. Кириш тармоғида ахборотни узатиш тезлигини ошириш мақсадида оптик толали кабелларни ишлатиш мақсадга мувофиқлиги қайд этилган ва пасив оптик тармоқ технологияларини ишлатиш таҳлил этилган. Таҳлил натижасида A PON, E PON ва G PON технологияларини солиштириш шуни кўрсатдики узатиш тезлиги бўйича энг юқориси G PON, битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони бўйича G PON (64 – 128) энг юқори кўрсаткичга эга эканлиги аниқланди.

Иккинчи бобда толали оптик алоқа тизимларида каналларни код орқали ажратиш усуллари, частота – вақтли матрицалар усули, абонент рақамларини кодлаш усуллари таҳлил этилган. Таҳлил натижаларига кўра рақамли элтувчи сигнал аналог элтувчи сигналга нисбатан самарали

ҳисобланади. Элтувчи рақамли кетма-кетликни татқиқ этиш натижасида Уолш функциясини ишлатиш мақсадга мувофиқлиги исботланди. Уолш функцияси модуллаштирилган параметрларини кўп каналли тизимда ишлатиш мумкинлигини аниқланди. Уолш функциясининг диадидан сигнал базасини кенгайтириш мумкинлиги аниқланди.

Кўп имконийликда узатувчи томондаги сигналларни зичлаш ахборот оқим билан манипуляцияланган Уолш функцияларни мажоритар жамлаш йўли билан амалга ошириш мумкинлиги аниқланди. Натижаловчи оқимдан каналли сигнални ажратиб олиш кўпайтиргич ва интегратордан ёки жамлагич-тўплагичдан иборат бўлган корреляторда амалга оширилиши келтирилди.

Учинчи бобда ўта кенполосалик кириш тармоғи технологиясини яратишнинг асосий принциплари келтирилган. Олиб борилган тадқиқот ишлари шуни кўрсатдики алоқа линияси киришида элтувчи сигнални ҳосил қилиш учун дифференциал занжир орқали узатиш мақсадга мувофиқ бўлиши аниқланди. Рақамли элтувчи сигнални узатиш пайтида энергетик ва ортогонал йўқотишни баланс қилиб туриш учун Уолш функциясини қўллаш тавсия этилди.

Олинган натижалар абонент кириш тармоқларининг сифат кўрсаткичларини ҳисоблаш учун тақдим этилган усулни қўллаш имконияти мавжудлигини кўрсатди. Ҳисоблашнинг ушбу алгоритмидан фойдаланганлиги сабабли етарлича аниқлик билан пакетли трафикка хизмат кўрсатиш учун зарур бўлган каналлар миқдорини аниқлаш имконияти пайдо бўлди. Ушбу усулдан фойдаланиш натижасида абонент кириш тармоғининг ўтказувчанлик имкониятида эришилган ютуқ ҳисоблашнинг ушбу усулидан фойдалана олиш кириш тармоғининг каналли ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини беришини тасдиқлаши мумкин.

I боб. Абонент кириш тармоғи технологияларининг таҳлили

1. Абонент кириш тармоғи технологиялари

Абонент қурилмаларини телекоммуникация тармоғига улаш учун ишлатиладиган узатиш тизимларини қуришда асос бўладиган технологияларни абонент кириш тармоғи технологиялари дейиш мумкин.

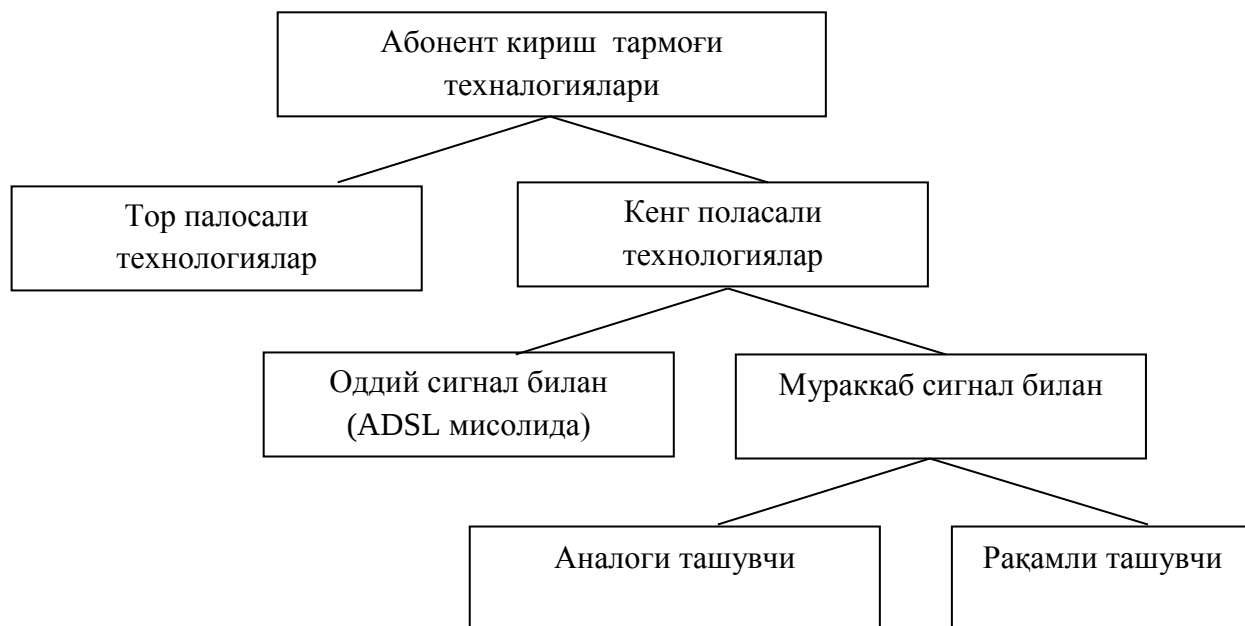
Абонент кириш тармоғида ҳозирда ишлаб турган технологияларни таҳлил қилиш учун уларни классификациясини тузиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Технологияларни классификациялашда классификация принциплари, яъни ахборотни узатиш тезлиги, ишлатилаётган частота кенглиги, узатиш муҳити ва бошқалар ишлатилади. Мавжуд технологияларни таҳлил этиш учун ахборотни узатиш тезлигини классификация мезони сифатида қабул қиламиз. Бундай мезонни қабул қилишимиздан мақсад телекоммуникацияни жадаллик билан ривожланиши фойдаланувчиларнинг кириш тармоғида ахборотларни узатиш тезлигига талабнинг ошиб бориши ҳисобланади.

Шундай қилиб, абонент кириш тармоғи технологияларини классификацияси технологияларнинг икки синфи асосида қурилади: қисқа полосали ва кенг полосали. Қисқа полосали технологияларга узатиш тезлиги 128 Кбит/сдан кам бўлган технологиялар қабул қилинган. Кенг полосали технологияларга эса узатиш тезлиги 128 Кбит/с дан юқори бўлган технологиялар қабул қилинган.

Агар кенг полосали кириш тармоғи технологияларни ташувчи сигналлар нуқтаи назаридан қарайдиган бўлсак, у ҳолда уларни оддий ва мураккаб сигналларни узатувчи технологияларга ажратишимиз мумкин. Мураккаб сигналларни ташувчи ҳисобида ишлатувчи технологияларни ўта кенг полосали деб қараш мумкин. Шундай қилиб, технологияларнинг классификацияси бўйича ахборотни узатиш тезлиги бўйича ўта кенг полосали технологиялар кенг полосали технологиялар синфига киради.

1.1.расмда абонент кириш тармоғи технологияларнинг классификацияси келтирилган.



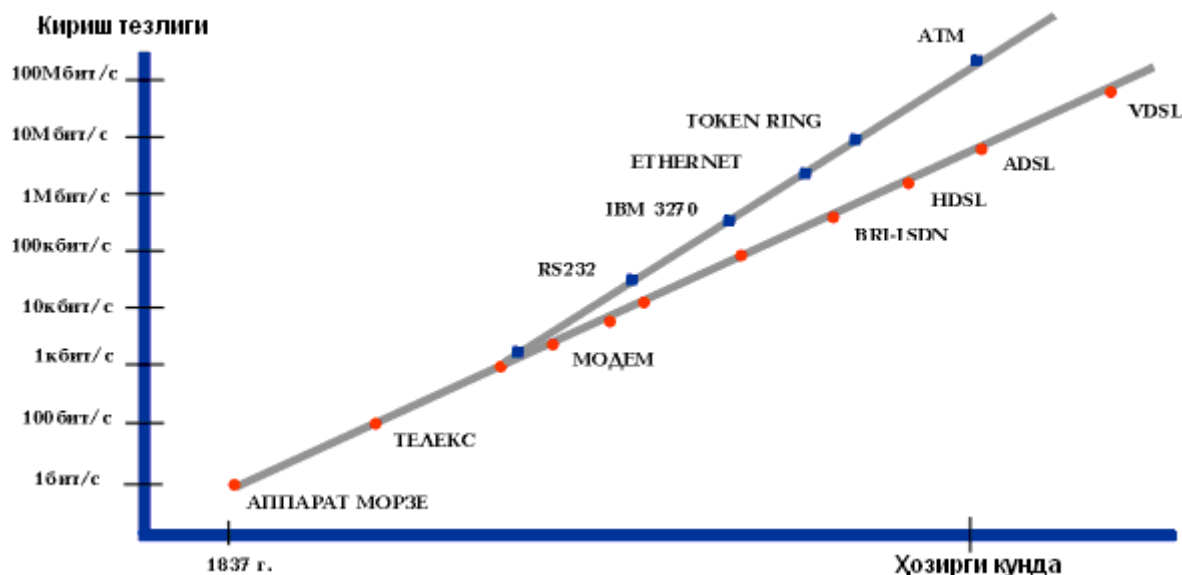
1.1-расм. Абонент кириш тармоғи технологияларининг классификацияси

Абонент кириш тармоғи технологияларининг классификациясига биноан уларнинг вазифаси, тармоқдаги ўрни ва ишлатилиши масалаларига тўхталиб ўтамиз.

2. xDSL технологиясини таҳлили

DSL концепцияси ишлаб чиқилгандан сўнг, алоқа тармоқларини ривожланиш идеологиясида катта ўзгаришлар бўлди. Агар олдин оптик кабелларни оммавий киритиш ёрдамида “ рақам ҳар бир уйга ” олиб бориш фикри кенг мавжуд бўлган бўлса, DSL технологиясини амалий текширувлардан ўтганидан кейин алоқа операторларида бутун телекоммуникация инфратузилмаси шу базада қурилган, шунинг учун ишлаб турган мис кабелли алоқа тармоқлари яна узоқ қолади деган ишонч пайдо бўлди.

Кириш тезлиги мис кабелли линиялар ривожланиши даврига боғлиқлигини 1.1 - расмда келтирилган:



1.1-расм. Мис симли линиялар бўйича узатиш тезлигини ўсиши

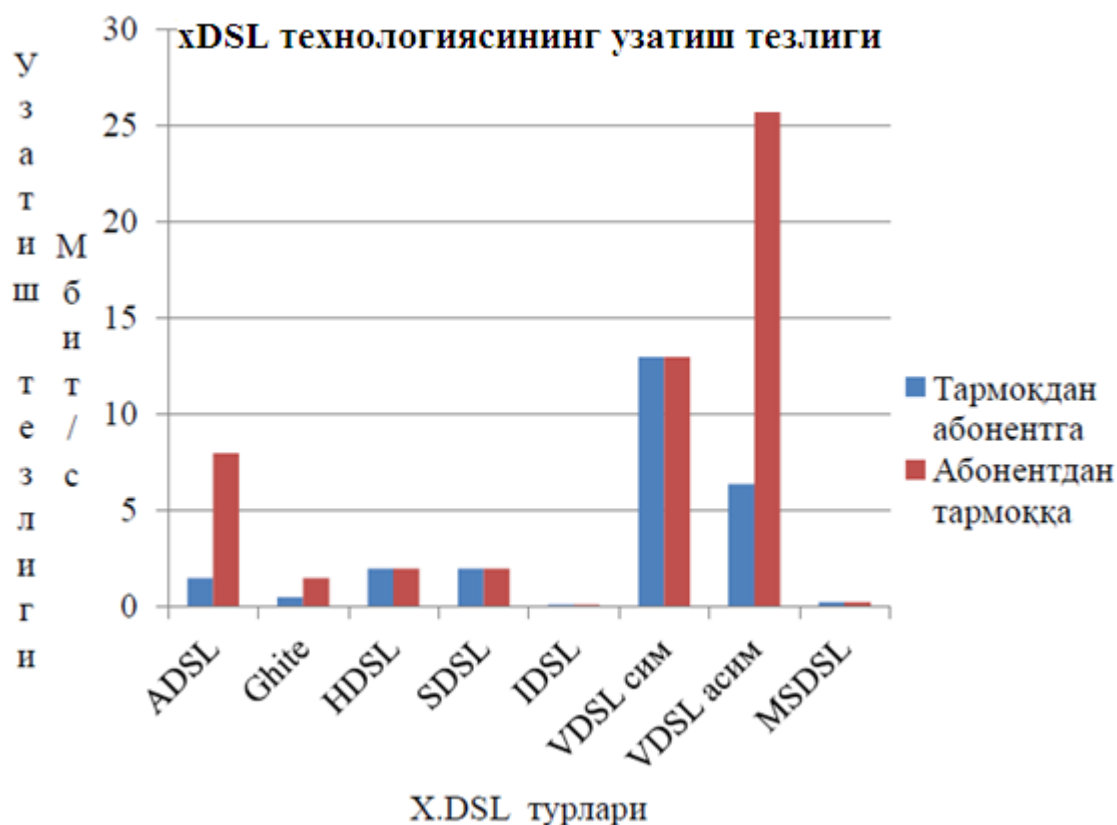
1.1 - расмдан кўринадики рақамли ахборотни узатиш муҳити сифатида мис симли кабел кўзда тутилган. Биринчи Морзе азбукаси асосида рақамли ахборот узатилган. Уни узатиш тезлиги 10 бит/с га тенг бўлган. Кейин телекс, модем, интеграл хизматларини берувчи рақамли тармоқ ISDN нинг базавий кириш BRI (2 Мбит/с) пайдо бўлган. Булардан кейин xDSL технологияси яратилди. Таҳлил кўрсадаки xDSL технологиясининг турлари ўз узатиш тезлигига эга. Уларнинг узатиш тезлиги 1.1 - жадвалда ва 1.2 – расм (гистограмма)да келтирилган.

1.1 – жадвал

xDSL турлари	xDSL технологиясининг узатиш тезликлари	
	Тармоқдан фойдаланувчига (Up stream)	Фойдаланувчидан тармоққа (downstream)
ADSL	640 Кбит/с-1.5Мбит/с	1.5Мбит/с-8 Мбит/с
RADSL	Ҳар хил	
HDSL	1 кўриниши 160 Кбит/с 2 кўриниши 2048 Кбит/с	
SDSL	T1/E1	
IDSL	128 Кбит/с	
VDSL	Асимметрик 1.6-6.4 Мбит/с 13-26 Мбит/с	
MSDSL	128 Кбит/с ёки 256 Кбит/с	

Рақамли абонент линия технологияси 70 йилларда ўз ривожланишини бошлади. Биринчи бўлиб Basic Rate ISDN кириш қурилмаси яратилди. Унинг узатиш тезлиги 160 Кбит/с тенг эди. Уни ISDN нинг U интерфейси деб аталди. У битта витая жуфтликдан дуплексли узатишни амалга оширган. HDSL технологиясининг бир кўринишига тўғри келади.

Бу технология кенг тарқалган. ISDN тармоғидан ташқари чегараланган дистанцияда абонент линияни зичлаштириш қурилмасини ва модемларни яратиш учун ишлатилади. HDSL нинг иккинчи кўриниши юқори тезликли рақамли абонент линияси 2048 Кбит/с тезликда тўлиқ дуплексли алмашувини таъминлайди. Узатиш учун 2 ёки 3 кабель жуфтлиги ишлатилади.



1.2 – расм. xDSL технологиясининг узатиш тезликлари

xDSL технологиясининг узатиш тезликлари бўйича таҳлил натижалари 1.2 – жадвалда келтирилган.

HDSL технологияси биринчи яратилган xDSL технологияларидан бири бўлиб энг таниқли ҳисобланади. H DSL технологияларини амалиётда кўпроқ давлат, коммерция алоқа операторлари ишлатадилар. Телефонияда оддий жуфт сим бўйича E1 оқимини узатиш учун қўллашдан ташқари компьютер тармоқларида кенг қўлланиш топди ва ишлаб турган мис симли кабеллари бўйича видео бериш учун ҳам ишлатилади. Бу эса шу турдош хизматлар нархини сезиларли камайтиради. HDSL технология кўпгина телефон компанияларига ва ташкилотларга олдин улар оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ) бўйича сигнални узатишда ёки E1 ретрансляторлари ёрдамида эришиш мумкин бўлганини амалга оширишга йўл беради. Улардан қиммат турадиган тармоқлараро ўзаро ҳамкорлик қурилмаларини ўрнатиш

талаб қилинмайди. Бу технология шунингдек мантикий тармоқ бўлишни қўллайди. Қурилмани енгил улаш ва уни енгил бошқариш мумкин.

1.2 – жадвал

xDSL технологиясининг ишлатилиши

хDSL турлари	Ишлатилиш соҳаси	Ишлатилган кабел	Линия узунлиги
1	2	3	4
ADSL	Маҳаллий алоқа операторлари томонидан шахсий абонентларга интернетга кириш, видео таклифлар билан ишлаш, локал тармоқларга уланиш, 1 канал HDTV (юқори аниқлик билан телевидение)	Ишлаб турган мис симли телефон кабелли	Узунлик тезликка боғлиқ
RADSL		Узунликка тўлиқ ва линия ҳолатига боғлиқ	
HDSL	T1/E1 станциялараро УЛ модернизация қилиш; маҳаллий алоқа операторлари; давлат ва коммерсия алоқа операторлари ишлатади; компьютер тармоқларида ишлатиладиган мис симли кабелдан видео узатишда ишлатилади	2 ёки 3 кабель жуфтлиги, ТПП, КСПП, ЗКП, коаксиал	4-6км диаметри 0.4-0.5мм

1.2 – жадвал (давоми)

SDSL	T1/E1 алмаштириш; ўрта ва кичик бизнес маълумотлар узатиш тармоғи; шахсий шахсларга ва компанияларга интернетга кириш; кўп каналли телефон алоқа (1-4 та); корпоратив маълумотлар узатиш тармоғини қуришда	Битта жуфтлик кабел	Максимал 3км
MSDSL	T1/E1 алмаштириш; ўрта ва кичик бизнес маълумотлар узатиш тармоғи шахсий шахсларга ва компанияларга интернетга кириш; кўп каналли телефон алоқа (1-4 та); корпоратив маълумотлар узатиш тармоғини қуришда	Битта жуфтли кабел	Кабел ҳолати яхши ўлмаганда SDSL дай узунликни пастроқ тезлик билан таъминлайди

HDSL технологиясини кейинги ривожланиши битта жуфтлик бўйича ишлайдигин симметрик юқори тезликли рақамли абонент линияси SDSL қурилмаларини пайдо бўлиши бўлди. SDSL технология T1/E1 линия тезлигига мос тушувчи тезлик билан симметрик маълумотлар узатишни таъминлайди. Максимал узатиш масофаси 3км билан чекланган. Технология бизнес намояндаларига керакли афзалликларни таъминлайди: Интернет тармоғига юқори тезликли кириш, кўп каналли телефон алоқани (1 - 4та) ташкил қилиш (VoDSL технологияси) ва ҳоказо. Бу оилага MSDSL технологиясини киритиш керак. У оптимал масофага етишиш учун тезликни ўзгартириш ва уни аксини бажаришга йўл беради.

SDSL га худди HDSL сифатида характеристика бериш мумкин. Тўғри у HDSL га қараганда кам масофани ўтади, лекин иккинчичи жуфтликни тежаш мумкин. Кўпинча фойдаланувчи офиси оператор бор нуқтадан 3км дан кўп бўлмаган масофада жойлашган бўлади. Шунда бу технология жуда катта афзалликка эга бўлади. MSDSL кабел ҳолати яхши бўлмаган ҳолда худди шундай масофани ўтишга, лекин камроқ тезлик билан беришга йўл беради. Ҳамма миждозларга ҳам 2 Мбит/с керак бўлавермайди, кўпинча 256 Кбит/с ёки 128 Кбит/с етарли.

Булардан сўнг ADSL ва VDSL технологиялари яратилди. Асимметрик рақамли абонент линия технологияси интернет термоғига кириш, локал тармоққа киришни ташкил қилиш учун идеал ҳисобланади. Лекин магистрал тармоқнинг ўтказувчанлик қобилияти чекланган бўлса, масалан 155 Мбит/с (STM-1) ўтказувчанлик қобилиятига эга магистрал тармоқ интернет провайдер 20 та абонентни улаши мумкин ($155 : 8 = 20$).

ADSL нинг варианты бўлиб G.Lite ҳисобланади. G.Lite технология ADSL га қараганда узунроқ линия бўйича маълумотларни узатишга йўл беради. Лекин кенг тарқалмади. У ўз камчиликларига эга.

RADSL улаш тезлигини адаптация билан рақамли абонент линия ADSL технологияси каби узатиш тезликини таъминлайди. Лекин бунда узатиш тез-лиги ишлатилаётган витая жуфтлик симларини ҳолати ва узунлигига адап-тация қилишига имкон беради. Ҳар хил телефон линияларида маълумотлар узатиш тезлиги ҳар хил бўлади.

VDSL ўта юқори тезликли РАЛ ҳам ассиметрик, ҳам симметрик варианты бўлиши мумкин. VDSL технологияси фойдаланувчигача ОТАЛ етказишга иқтисодий самарали альтернатива сифатида қараш мумкин. Лекин маълумотлар узатишнинг максимал масофаси 52 Мбит/с да 300м, 13 Мбит/с да 1.5км гача бўлиши мумкин. VDSL технология ADSL сингари ишлатиш мумкин. Бундан ташқари у юқори аниқлик телевидение (HDTV) сигналларини, сўров бўйича видео ва ҳоказо узатиш учун ишлатилиши мумкин. Телекоммуникация компанияларининг ривожланиш тенденцияси узун кўп

мис симли кабелларини асталик билан олиб ташлашга келаяпти, улар ўрнига ОТАЛ ишлатилади. Бундай ташкил қилиш усули FTTC/FTTH (ОТАЛ тақсимлагичгача/ОТАЛ ҳар бир уйга) ном олди. Оралиқ шлюзлар VDSL (ОТАЛ - мис) ишлатилган бу технологияда VDSL технология кенг полосали алоқа хизмати бериш учун ягона тўғри ечим бўлади.

Операторлар олдида қуйидаги муаммолар турибди:

1. Жорий, ҳам келажакдаги кутилаётган талабларни қондириш учун овозни, маълумотлар ва битта/бир нечта ТВ/реал вақт режимида видео каналлар узатиш учун етарли, тўғри келадиган ўтказувчанлик қобилиятини таъминлаш керак. xDSL технологияларининг ҳаммасидан фақат ADSL ва VDSL талаб қилинаётган полосани беришга қодир: ADSL - АЛ чекланган узунликда битта юқори аниқликдаги ТВ канал, VDSL – 3та ва ундан ортиқ учун. Қолганлари бошқа вазифаларни ечишга мўлжалланган.

2. Оператор бор нуқтадан хизматлардан фойдаланувчилар узоқлашиши. Маълумки, канални ўтказувчан қобилияти қанча юқори бўлса, масофани қоплаши шунча кам бўлади. ADSL 3 - 4км. VDSL кичик масофага мўлжалланган, яъни оператор жойлашган нуқтани фойдаланувчига яқин жойлаштириш ёки мис симдан ОТАЛ га ўтиш. Бу эса жуда қиммат туради.

3. Оператор АТМ ёки IP транспорт тармоғига эга бўлиши керак. Бусиз Мегабит ёки Гигабитли ахборот оқимни фойдаланувчига етказиш мумкин эмас.

4. Қурилган тармоқ етарли ишончликка эга бўлиши керак.

5. Сервис сифатини таъминлаш керак.

Шундай қилиб xDSL технология оиласидан ҳар бири қайси вазифани ечиш учун ишлаб чиқилган бўлса , шу ваазифани ечаяпти. Улардан икkitаси - ADSL ва VDSL телефон алоқа операторларига янги турдаги сервисни беришга йўл беради.

3. Пассив оптик тармоқ технологиясини таҳлили

Интернет тармоғини ривожланиши, ҳамда янги алоқа хизматларини пайдо бўлиши, тармоқ бўйича узатилаётган маълумотлар оқимини ошишига сабаб бўлади. Шунинг учун операторлар транспорт тармоғининг ўтказувчанлик қобилиятини ошириш йўллари қидиришга мажбур бўлади. Бунинг ечимини танлашда фойдаланувчиларнинг ҳар хил ахборотни узатишини, тармоқ ривожланиши учун потенциални ва тежамкорликни ҳисобга олиш зарур. Буларни эътиборга олиб, ечим бўла оладиган технология сифатида пассив оптик тармоқни (PON) олиш мумкин. PON нинг тақсимловчи кириш тармоғи тугунларда пассив оптик тармоқлагич билан дарахтсимон толали кабелли архитектурага асосланган. Шунинг учун энг тежамкор ҳисоблаш ва ҳар хил таклифларни кенг полосали узатишни таъминлашга қодир дейиш мумкин. Бу ҳолда PON архитектураси ҳозирги ва келажакдаги фойдаланувчининг истемолчилик талабларига боғлиқ, ҳам тармоқ тугунларини, ҳам ўтказувчан қобилиятини керакли самара билан оширишга эга.

xDSL (1 Мбит/с), WiFi (50 Мбит/с), WiMax (50-75 Мбит/с), HFC (ўтказувчан қобилияти чекланган) технологиялардаги камчиликни ОТАЛ ётқизиш билан ечиш мумкин. Демак тармоқ янги таклифлар билан ишлаш қобилиятни яратиш ва узатиш тезлигини ошириш учун ОТАЛ ётқизиш керак экан. Бу ечим эски кабелларни янгилаш ва янги кириш тармоқларини қуриш учун қулайдир.

PON технологиясининг асосий афзалликлари:

- оралиқ актив тугунларнинг йўқлиги;
- марказий тугунда оптик узатгич ва қабул қилгичларнинг тежалиши;
- толанинг тежалиши;
- янги абонентларни улашнинг енгиллиги ва хизмат кўрсатишнинг қулайлиги.

Асосий камчиликлари: мураккаблиги ва оддий дарахт топологиясида захирашнинг йўқлиги.

PON нинг 3 тури мавжуд:

- ATM PON (APON) ATM технологиясига асосан мультисервис хизматларини транспортини таъминлайди;

- EPON PON дарахтининг ичида Ethernet кадрлари тарқалишини ташкил этади;

- GPON - гигабитли PON.

Бу PON технологияларини солиштирма таҳлили 1.3 - жадвалда келтирилган.

1.3-жадвал

A-PON, E-PON, G-PON технологияларини солиштирма таҳлили

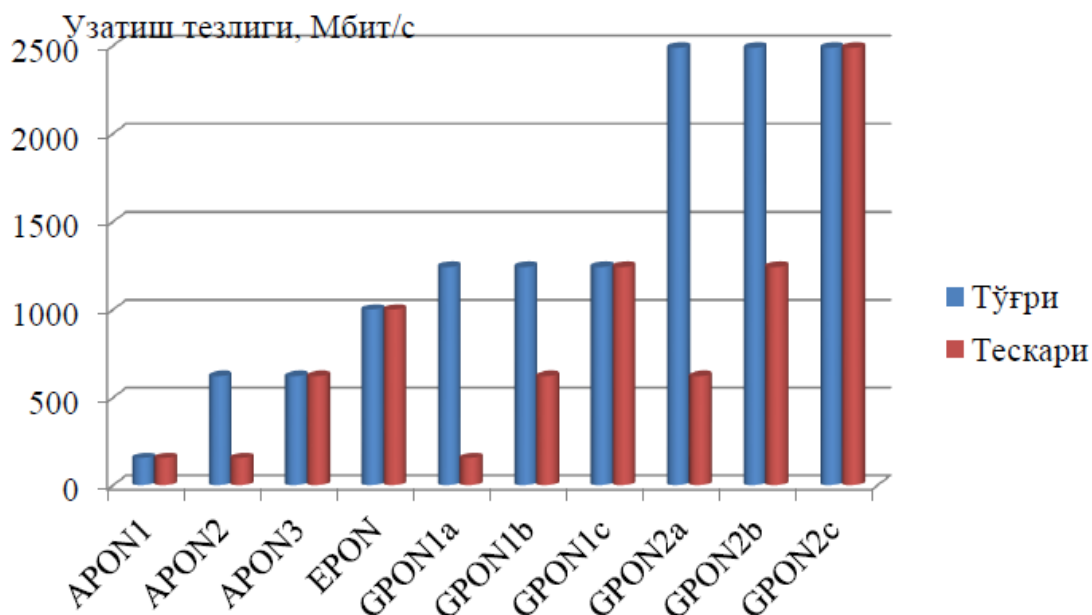
Тавсифлар	A-PON (B-PON)	E-PON	G-PON
1	2	3	4
Стандартлаштириш институтлари/бирлашмалари	XЭИ-Т SG15/FSAN	IEEE/EFMA	XЭИ-Т SG1/FSAN
Стандарт қабул қилинган сана	1998 октябрь	2004 июль	2003 октябрь
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Узатиш тезлиги, тўғри/тескари оқим, Мбит/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 44 2488/622,1244,2488 488
Асосий протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линия коди	NRZ	8B/10B	NRZ
Тармоқни максимал радиуси, км	20	20 (>30 ₁)	20

1.3-жадвал (давоми)

Битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони	32	16	64 (128 ₂)
Иловалар	ихтиёрий	IP, маълумотлар	ихтиёрий
Хатолар коррекцияси FEC	Назарга олиб қўйилган	йўқ	зарур
Тўғри/тескари оқимнинг тўлқин узунлиги, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310 ₃)	1550/1310 (1480/1310)
Полосани динамик тақсимланиши	бор	қўллаб қувватламоқ ⁴	бор
IP-фрагментация	бор	йўқ	бор
Маълумотлар ҳимояси	Очиқ калит билан шифрлаш	йўқ	Очиқ калит билан шифрлаш
Захиралаш	бор	йўқ	бор
Овоз иловаларини ва QoS ни қўллаб қувватлаш баҳоси	юқори	паст	юқори

1.3 - жадвалда ҳар бир PON технологиясининг узатиш тезлиги, асосий протоколи, қўлланилган линиявий коди, тармоқни максимал радиуси, битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони, оқимнинг тўлқин узунлиги ва ҳоказолар келтирилган. Бу жадвал асосида солиштиришларда учала технологиянинг бир биридан фарқлари, ҳамда афзалликларини кўрамиз.

Узатиш тезлиги бўйича энг юқори тезликка G-PON эга (1.3 – расм).



1.3 – расм. PON технологиясининг узатиш тезлиги

Тармоқни максимал радиуси бўйича тахминан бир хил 20км. Битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони бўйича G-PON 64-128 энг юқори кўрсаткичга эга. Кўпгина кўрсаткичлар A-PON ва G-PON технологияларда мос тушади. Масалан иловалар, оқим тўлқин узунлиги полосани динамик тақсимланиши, IP-фрагментация, маълумотлар ҳимояси захираш, овоз иловаларини ва QoS ни қўллаб қувватлаш баҳоси, линия коди. A-PON билан E-PON архитектураси мос тушади.

G-PON уланиш тармоғи архитектурасини A-PON технологиясини узвий давоми сифатида қараш мумкин. Бунда PON тармоғининг ўтказиш полоса-сини ҳам, иловаларини узатиш унумдорлигини ҳам ўсиши амалга ошади. G-PON овозли хизматларни жўнатиш, TDM линия хизматларини 10/100/1000 Мбит/с тезликларда Ethernet кадрларини узатишни, ATM ни мультимедияли хизматлари OC-X/STM-n нинг барча мумкин бўлган тезликларида тақдим этади.

Хизмат кўрсатиш сифати кечикиш 3 мс дан ошмайди. G-PON га фойдали афзалликлар киритилган. Ҳимояланган ўзгариш захираланган 1+1 , қисман захираланган 1:1 хизматларини қўшиш (WDM) ва маълумотларни хавфсизлигидир.

Бу солиштиришлардан энг яхши вариант сифатида G-PON технологиясини олишимиз мумкин. Бироқ, бу технологиянинг қурилмалари E-PON технологиясининг қурилмаларидан анча қимматроқ ҳисобланганлиги учун иқтисодий жihatдан E-PON технологияси самаралироқ бўлиши мумкин.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, бундай тармоқлар иқтисодий томондан тежамли ва кенг полосали турли ахборотларни ўтказиш қобилиятига эга.

4. Кенг поласали симсиз кириш тармоғи таҳлили

Анъанавий алоқа тармоқларини кенг полосали хизматларни беришга ўтказишнинг тежамкор, ўзини оқлайдиган стратегияни ишлаб чиқиш мушкул масала ҳисобланади. Айниқса қишлоқ территорияларида ва тоғли туманларда қишлоқ тармоқ сегментини ҳисобга олган ҳолда умумфойдаланишидаги тармоқларини янгилашда кўпроқ кириш тармоғига эътибор берилади. Чунки магистрал тармоқлар ОТАЛ асосида янгилаш мумкин.

Қишлоқ жойларда линия ётқизиш ҳар доим ҳам иқтисодий ўзини эплай олмайди. Узоқлашган ва кириш қийин бўлган туманлар учун симсиз киришни ташкил қилиш энг оптимал ечим ҳисобланади. Радио киришли тармоқларни ёйиш ва улар қоплайдиган майдонни кенгайтириш осон. Шунинг учун IEEE 802... стандарт базасида Wi Fi (Wireless Fidelity) - симсиз ва WiMAX (World Wide Interopilability for Microwave Aceses) – микротўлқинли кириш учун симсиз ўзаро ҳамкорлик технологиялари яратилди.

Бу технологиялар ҳар хил вазифаларни ечишга йўналтирилган.

WiFi тизими қисқароқ масофага мўлжалланган одатда интернетга уланмаган фойдаланувчиларни ўзининг локал тармоғига кириш учун ишлатилади. У кўпроқ стационар симсиз телефонга ўхшайди.

Wi MAX бу километрларни қамровчи узоқ масофага ҳисобланган тизимдир. Уни мобил алоқага солиштирса бўлади. Wi Fi ва Wi MAX технологияларини бир бири билан солиштириш 1.4 - жадвалда келтирилган.

1.4 – жадвал

Симсиз алоқа стандартларини солиштириш

Технология	Стандарт	Ишлатилиши	Ўтказувчан қобилияти	Таъсир доираси	Частоталар
Wi Fi	802.11 a	WLAN	54 Мбит/с гача	100 метргача	5.0 ГГц
Wi Fi	802.11b	WLAN	11 Мбит/с гача	100 метргача	2.4 ГГц
Wi Fi	802.11g	WLAN	108 Мбит/с гача	100 метргача	2.4 ГГц
Wi Fi	802.11n	WLAN	300-600 Мбит/с гача	100 метргача	2.4-2.5 ёки 5.0 ГГц
Wi MAX	802.16d	WLAN	75 Мбит/с гача	6-10км	1.5-11 ГГц
Wi MAX	802.16e	Mobile WLAN	40 Мбит/с гача	1-5км	2.3-13.6 ГГц

Жадвалда ҳар бир технологиянинг ишлатилиши мумкин бўлган тармоғи, ўтказувчанлик қобилияти, таъсир доираси ишлатилган частоталар келтирилган. Бу жадвал асосида солиштиришларда ҳар бир стандартни бир биридан фарқлари, ҳамда афзаликлари кўрсатилган. Жадвалдан кўринадики Wi Fi технологияни 4 хил стандарти мавжуд экан : 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.1n. Бу стандартларнинг ҳаммаси локал симли ва симсиз тармоққа ишлатишга мўлжалланган. Таъсир доираси 100метр, яъни қисқа масофага мўлжалланган.

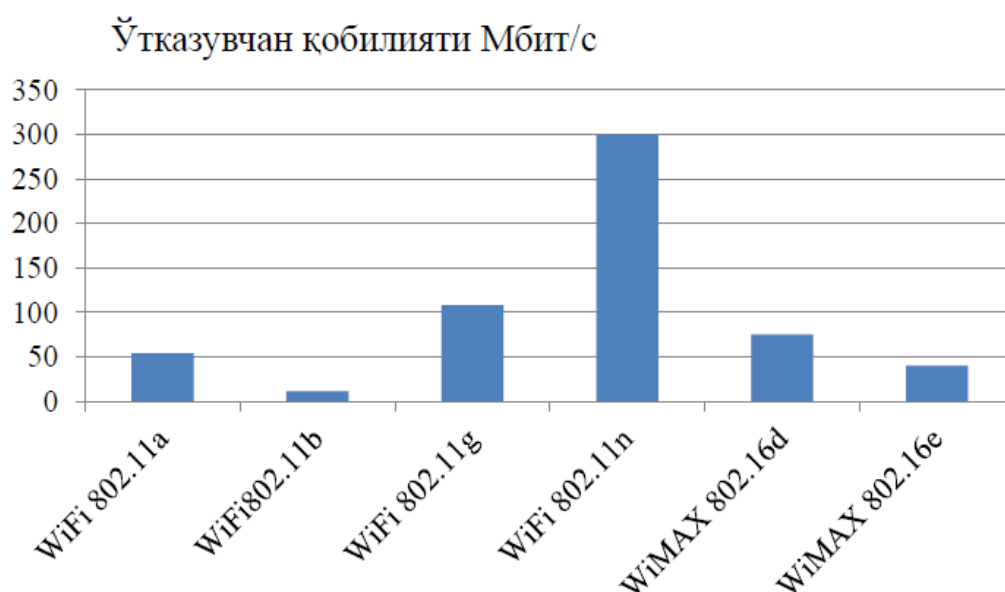
Лекин ўтказувчанлик қобилияти ва частоталар ҳар хил, энг юқори тезликка 802.11n эга. Энг паст тезликка 802.11b эга (1.3 - расм). Wi MAX

технологиясини икки хил стандарти мавжуд: 802.16d ва 802.16e, яъни фиксирланган ва мобил Wi MAX . Улар ўрта хажми тармоқлар MAN да ишлатилади. Узатиш тезлиги ва таъсир доираси бўйича фиксацияланган Wi MAX юқори қийматга эга.

WiFi билан WiMAX солиштирсак ўтказувчан қобилияти ва частоталарда фарқ катта эмас. Лекин таъсир доираси бўйича WiFi қисқа масофага Wi MAX катта масофага мўлжалланган. Шунинг учун Wi Fi локал тармоқларда яъни бизнес марказлари, конференц зал, складлар, выставклар, презентация-ларда ишлатилади. WiMAX ўрта хажмли тармоқларда интернетга кириш, яъни юқори тезликли алоқа хизматларини бериш учун ишлатилади. Бунга бир неча сабаблар бор.

Биринчидан 802.11b оиласидаги технологиялар, тежамкор, самаралилик билан фақатгина янги мижозларни тармоққа киришини кенгайтиради ва қийин уланадиган территорияни қоплайди.

Иккинчидан, анъанавий симли каналларга қараганда, симсиз технология ишлатишда содда, Wi MAX тармоғини оддий ва керак бўлганда енгил масштабланади. Бу фактор қисқа муддатда, катта тармоқ ёйиш керак бўлганда у жуда фойдалидир. Бундан ташқари Wi Fi ни бир бири билан кириш нуқтасини ҳосил қилиш ва интернетни бошқа сегментлари билан улаш учун, географик ҳолатга боғланмаган кириш нуқталарни яратиш учун, Wi MAX нинг узоқлаштирилган мониторинг тизимини яратиш учун ишлатилади.



1.3 – расм. Wi Fi ва Wi MAX ўтказувчанлик қобилияти

Wi Fi технологиясининг 802.11b стандартини, Radio LAN радио локал тармоғи ва Home R F (уй ёки шахсий тармоқ) стандартлари билан солиштирамиз (1.5 - жадвал).

1.5 - жадвал

Тармоқ	Узатиш тезлиги Мбит/с	Топология	Битта тугун узатишга максимал компьютурлар сони
IEEE 802.11b	11	Юлдуз симон (тугун узатгич зарур)	2048 тагача
Radio LAN	10	Юлдуз симон (тугун узатгич зарур)	128
Home R F	Нуқта - нуқта		10

Жадвалдан кўринадики мантиқий топологияси бўйича IEEE 802.11b ва Radio LAN бир хил юлдуз симон бу 10 BASE-T стандартининг Ethernet

концентратор билан тезлиги юқори версиясини эслатади. Тугун узатгичи концентратор ролини ўйнайди. Бунда ҳамма терминаллар тугун узатгичи орқали уланади. Лекин у қиммат туради. Бунга қарамай 10 BASE-T Ethernet тезлигига яқин тезлик билан ишлайди ва бошқаришда содда. Home RF ва Bluetooth ларда нукта - нукта мантиқий топология ишлатилади. Бундай қурилмалар бир - бири билан тўғридан тўғри уланади. Булар тугун узатгичи ёки концентратор ишлатмайди. Бу нархини туширади, лекин тармоқ сигимини чеклайди (фақат 10та терминал) ва узатиш тезлигини пасайтиради.

I боб бўйича хулоса

Бу бўлимда абонент кириш тармоғини таҳлили келтирилган. Бундан ташқари қўлланиш соҳалари келтирилган. xDSL технологияси эксплуатациядаги икки симли физик занжирни оптик линияга айлантирмай интернетга кириш, видео таклифлар билан ишлаш, локал тармоққа уланиш, юқори аниқлик билан телевидение, сўров бўйича видео хизматлар учун ишлатилади. Бундан ташқари T1/E1 станциялараро УЛ модернизация қилишда; уларни алмаштиришда; ўрта ва кичик бизнес маълумотлар узатиш тармоғини ва корпоратив маълумотлар узатиш тармоғини қуришда ишлатилади. Максимал узатиш тезлиги 52 Мбит/с (VDSL да 300м линия учун). Лекин узунлик ошган сари тезлик камая бошлайди. Масалан: 1,5км учун (VDSL да) 13 Мбит/с. ADSL ва VDSL телефон алоқа операторларига янги турдаги сервисни беришга йўл беради.

xDSL (1 Мбит/с – ўртача), WiFi (5 Мбит/с), WiMax (50 – 75 Мбит/с), HFC (ўтказувчанлик қобилияти чекланган) технологиялардаги узатиш тезлиги тахминан 50 Мбит/с ошмайди. Лекин янги таклифлар билан ишлаш қобилиятини яратиш ва узатиш тезлигини ошириш учун ОТАЛ ётказиш лозим. Бу ечим эски кабелларни янгилаш ва янги абонент кириш тармоғини қуриш учун қулайдир. А PON, Е PON ва G PON технологияларини солиштириш шуни кўрсатадики узатиш тезлиги бўйича энг юқориси G PON, битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони бўйича G PON (64 –

128) энг юқори кўрсаткичга эга. Кўпгина кўрсаткичлар А PON ва G PON технологияларда ва архитектурасида мос тушади. А PON ATM технологиясига асосан мультисервис хизматларини транспортини таъминлайди. E PON PON дарахти ичида Ethernet кадрларини тарқалишини ташкил этади. G PON овозли хизматларни жўнатиш, TDM линия хизматларини, Ethernet кадрларини узатиш, ATM ни мультимедияли хизматларини тақдим этади.

II боб. Ностационар сигналлардан фойдаланиб ахборотни узатиш принциплари

1. Абонент кириш тармоқларида кўп имконийликни қўллаш

Замонавий жамиятнинг ўзига хос хусусиятларидан бири юқори даражада ахборотга эга бўлиш ҳисобланади. Ҳозирги вақтда замонавий микроэлектрониканинг муваффақиятлари сабабли жуда такомиллашган тизимлар яратилган, ярим аср олдин уларнинг яратилиши тўғрисида тахмин қилиш мумкин эди холос. Турли хил алоқа ва ахборотдан фойдалана олиш воситалари орасидан энг яхши мисоллардан бири бўлиб шовқинга ўхшаш сигналлар (ШЎС) базасида каналлари кодли бўлинган технологияга асосланадиган телекоммуникация тизимлари ҳисобланади [1,2].

Каналлари кодли бўлинадиган кенг полосали тизимлар мавзусига оид мақолалар кўп эмас. Бироқ таҳлил этилган мақолаларда каналлари кодли бўлинган кенг полосали тизимларни қўллаш етарлича ёритилмаган. Шунинг учун ушбу диссертациянинг мақсади бўлиб келтириб ўтилган масалаларга тушунча бериш, шунингдек ШЎС асосида телекоммуникация тизимининг замонавий ҳолатининг яхлит ва текшириб чиқилган кўринишини ташкил этиш, керак бўлган иккинчи даражалидан принципиал асосий даражага ажратишга уриниш ҳисобланади.

Умумий фойдаланишдаги тизимларни лойиҳалаштиришда муҳим талаблар бўлиб ўзаро ҳалақит бермайдиган барча абонентларни алоқа билан таъминлаш ҳисобланади. Қайд этилган алоқа тизимларида (ҚАТ) ахборотни физик элтувчиси бўлиб рақамли импульс-модуляцияланган сигналлар ҳисобланади.

Каналларни кодли бўлиш сигналларни корреляциялаш тушунчасини киритиш талаб этилади. Охирги энергияга эга бўлган $s_1(t)$ ва $s_2(t)$ сигналларни ўзаро корреляциялаш функцияси (ЎКФ) $R_{12}(\tau)$ қуйидаги ифода билан аниқланадиган функцияга айтилади:

$$R_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t)s_2(t-\tau)dt, \quad (2.1)$$

бу ерда t - вақт; τ - иккинчи сигналнинг биринчи сигналга нисбатан вақт бўйича силжиш катталиги.

ЎКФ фундаментал физик маънога эга бўлиб иккита сигналларнинг ўхшашлик даражаси ҳисобланади. ЎКФ нинг ўзига хос хусусияти шундан иборатки, агар $s_1(t) = s_2(t)$ бўлганда автокорреляцион функция (АКФ) ҳисобланади. Сигналлар қанчалик бир-бирига ўхшаш бўлганда, ЎКФ шунча кўп мусбат қийматга эга бўлади. Агар $R_{12}(\tau)$ функциянинг қиймати жуда кўп абсолют қийматга ва салбий белгига эга бўлса, $s_1(t)$ ва $s_2(t)$ сигналлар қарама-қарши ҳисобланади, яъни $s_1(t) = -s_2(t)$. Каналларни кодли бўлиш учун учинчи ҳолат, яъни $R_{12}(\tau) = 0$ бўлганда, $\tau = \tau_0$ нуктада ёки $R_{12}(\tau) \approx 0$ бўлганда, τ силжишни аниқлашнинг барча бўлагида муҳим бўлади. Биринчи тенгламани қаноатлантирувчи сигналлар «нуктада» ортогонал сигналлар, иккинчи тахминий тенгламани қаноатлантирувчи сигналлар квазиортогонал сигналлар деб аталади. ЎКФ барча вақт бўйича силжишларда қатъий нолга тенг бўлган сигналлар мавжуд эмас, шунинг учун кейинчалик, ортогонал кодлар тўғрисида сўз борганда «нуктада» ортогонал сигналларни назарда тутамиз.

Линия «пастга» мисолида, яъни коммутацион станциядан (КС) абонент терминалигача (АТ) каналларни кодли зичлашнинг режаси қуйидаги натижаларни ҳосил қилади:

N абонентлар учун мўлжалланган N ахборот оқимларига ўзининг кодли псевдотасодифий кетма-кетлик (ПТК) бириктирилади;

кодли кетма-кетлик бир-бири билан корреляцияланмаган;

бинарли ахборот оқимлари ўз ПТК билан модуляцияланади;

каналли кенг полосали сигналлар йиғиндини ҳосил қилувчи қурилмада қўшилади;

натижаловчи мураккаб кенг полосали сигнал билан элтувчи модуляция.

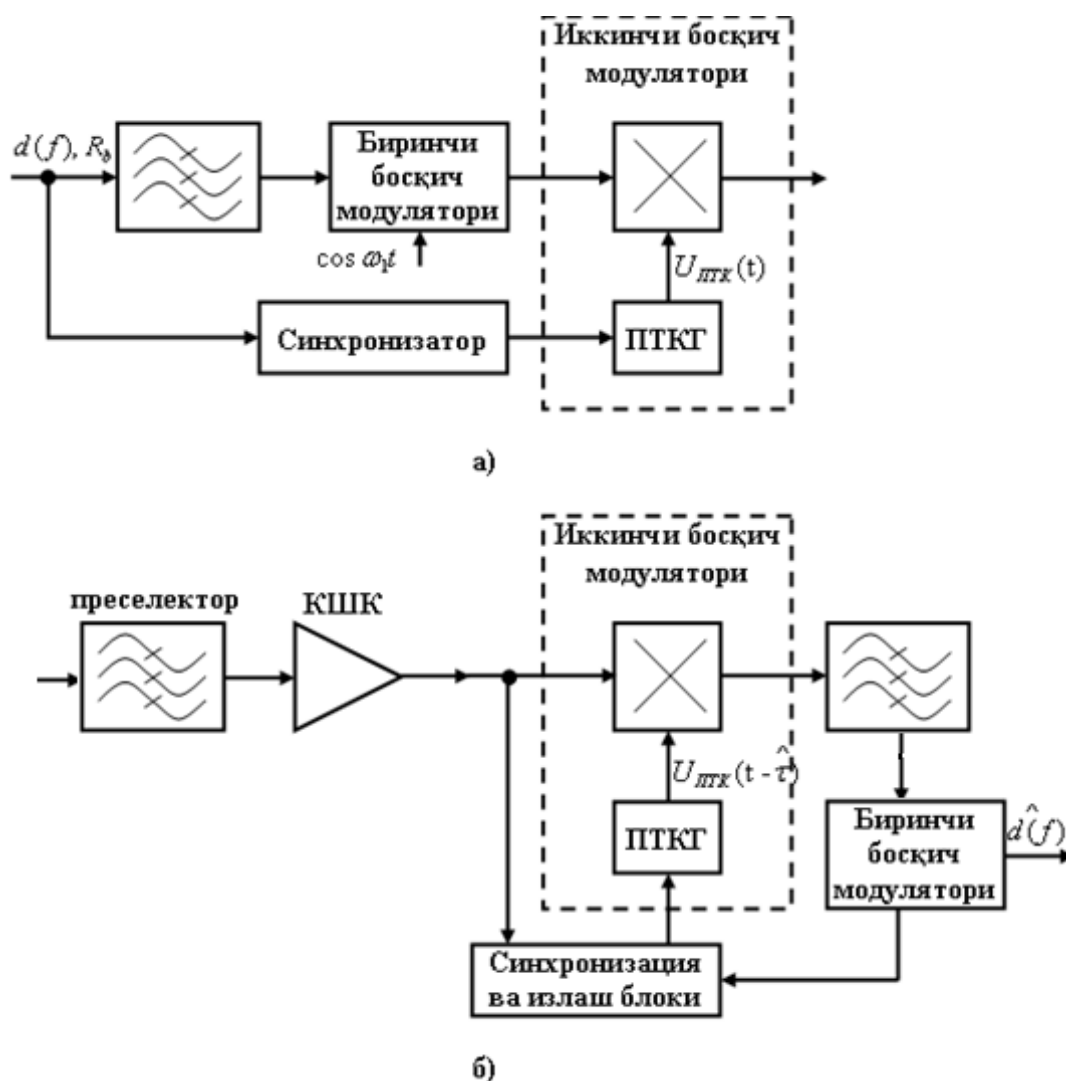
Абонент станциясининг қабул қилиш томонида:

«ўзининг» кодли кетма-кетлиги маълум бўлади;

паст частотали импульсли сигнал корреляторнинг киришига келиб тушади, иккинчи киришига кодловчи ПТК синхрон равишда келиб тушади;

кўпайтиргич ва интегратордан иборат бўлган коррелятор иккита сигналларнинг ўзаро корреляцияланиш функциясини ҳисоблаб чиқади;

корреляторнинг чиқишида сигнал шу ҳолатда пайдо бўладики, қачонки зичлашган мураккаб сигналда «ўзининг» ПТК мавжуд бўлса, акс ҳолда чиқишда фақатгина шовқинни кўришимиз мумкин.



2.1-расм. ККБ сигналларини шакллантиришнинг тузилмавий схемаси:

а – узатиш қисми

б – қабул қилиш қисми

Спектрни тўғридан-тўғри кенгайтиришли сигналларни қўллайдиган узатиш тизимларининг умумлашган тузилмавий схемаси 2.1-расмда келтирилган. У дискрет хабарлар манбаи, биринчи босқич модулятори, иккинчи босқич модулятори, қабул қилиш томонидаги преселектор, кам шовқин берадиган кучайтиргич, иккинчи босқич демодулятори, биринчи босқич демодулятори, излаш ва синхронизациялаш блокларидан иборат бўлади.

Биринчи босқич модуляторида сигнални, қоидага кўра, узатиладиган дискрет хабарлар $d(t)$ сигнали билан оралик частотани модуляциялаш амалга оширилади. Модуляциялашнинг биринчи босқичида барча анъанавий ва анъанавий бўлмаган фазали модуляция (ФМ), частотали модуляция (ЧМ) ва спектрал-самарали: квадратурали, фазали, силжишли квадратура-фазали ва бошқа модуляция турларидан фойдаланилади. Натижада қуйидаги сигнал шакллантирилади:

$$s_1(t) = \text{Re}\{A_1 \exp[j(2\pi f_1 t + \theta(t) + \theta_0(t))]\}, \quad (2.2)$$

бу ерда A_1 – сигнал амплитудаси;

f_1 – гармоник тебранишни модуляциялайдиган частота;

$\theta(t)$ – узатиладиган хабарга асосланган ва фойдаланиладиган модуляциялаш турига боғлиқ бўлган фазанинг ўзгариши;

$\theta_0(t)$ – тасодифий бошланғич фаза.

Иккинчи босқич модуляторида генератор билан шаклландиган иккиланган псевдотасодифий кетма-кетлик (ПТК) кўринишда спектрни кенгайтириш сигнали билан балансли модуляциялаш йўли билан сигнал спектрини кенгайтириш амалга оширилади. Иккинчи босқич модулятори чиқишида спектрни кенгайтириш билан сигнал шакллантирилади:

$$s_2(t) = \operatorname{Re}\{A_2 U_{\text{ПСП}}(t) \exp[j(2\pi f_1 t + \theta(t) + \theta_0(t))]\}, \quad (2.3)$$

бу ерда
$$U_{\text{ПСП}}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n U_{T_0}(t - nT_0);$$

+1 қийматни қабул қиладиган ПТК элементлари; (1) – ПТК сигналнинг битталик импульс шаклини тавсифлайдиган функция.

Ҳозирги вақтда ортогонал ва квазиортогонал кетма-кетликлар ансамбллари шакллантириш методлари мавжуд. Сигналларнинг ортогонал тизимлари орасидан 64x64 ўлчамли Адамар матрицаларининг қаторлари бўлиб ҳисобланадиган сигналлар қўлланилади. 2nх2n ўлчамли Адамар матрицаси nхn ўлчамли матрицалардан қуйидагича шакллантирилади:

$$H_{2n} = \begin{bmatrix} H_n & H_n \\ H_n & -H_n \end{bmatrix}.$$

Ушбу рекуррентли ҳисоблашда бошланғич матрицаси бўлиб 1х1:Н1=[1] ўлчамли матрицаси хизмат қилади. Шундай қилиб, 2х2 ўлчамли Адамар матрицаси:

$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

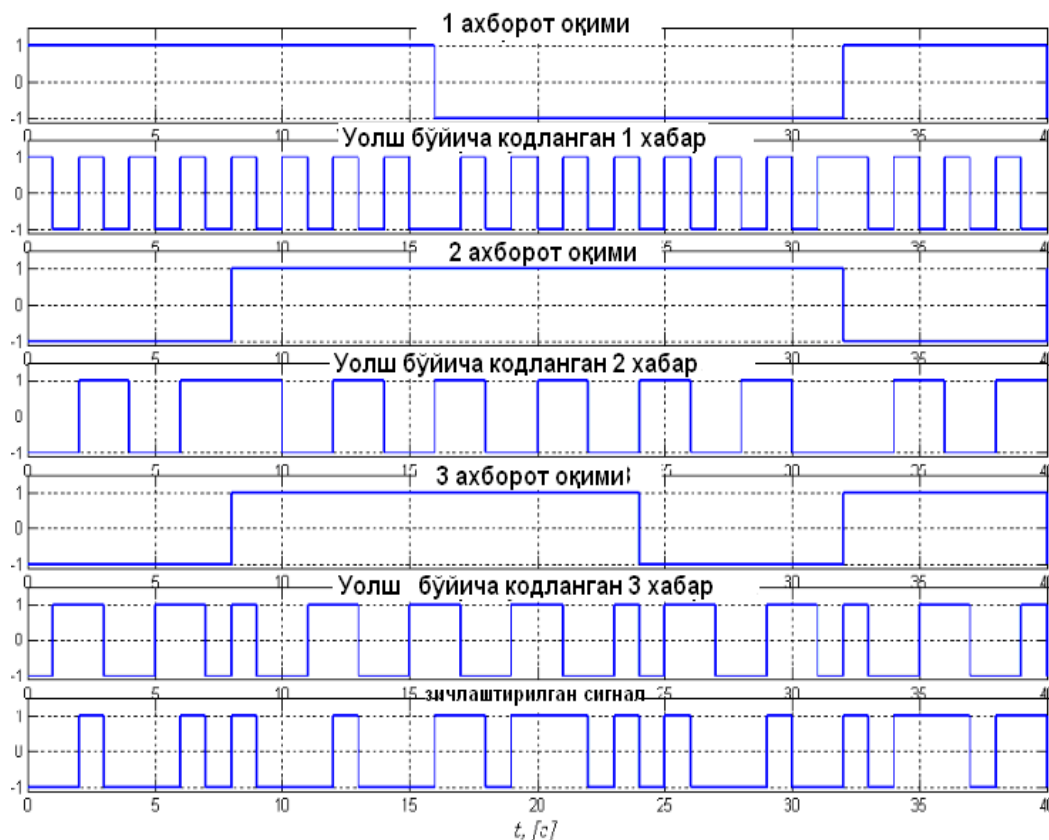
Айнан ўхшашлик бўйича 8X8 матрица қуйидаги кўринишга эга:

$$H_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Агар матрицанинг иккита турлича бўлган қаторларнинг элементларини жуфт қилиб бир бирига кўпайтирилса, кейин натижалар кўшилса, ноль ҳосил бўлишига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Бу Адамар матрицада қаторларнинг ҳар қандай жуфти ортогонал бўлиб ҳисобланишини билдиради (шубҳасиз, агар ўзаро силжиш бўлмаганда). Бошқа томондан қаторларни корреляциялаш ўз-ўзидан 8 сонни ҳосил қилади. Агар қаторни ва унинг инверсли кўринишни корреляцияланса, натижа 8 сонига тенг бўлади. Шундай қилиб, биринчи каналнинг ахборотли «0»ни Адамар матрицанинг биринчи қатори билан, ахборотли «1» ни биринчи қатор билан, лекин инверсия билан узатиш мумкин, иккинчи каналнинг бинар оқимиға иккинчи қаторни бириктириш мумкин ва ҳ.к. Матрицалар қаторлари ортогонал бўлганлиги сабабли, турли каналларнинг сигналларини қабул қилиш томонида ажратиш мумкин. Адамар матрицалар қаторлари Уолш функциялари деб аталади.

Юқорида келтириб ўтилган йиғиндини ҳосил қилувчи қурилма алгебраик йиғиндини ҳосил қилувчи қурилма бўлиши мумкин, бунда натижаловчи мураккаб сигнал кўп даражали кетма-кетликни, бизнинг ҳолатда $2N$ -даражали кетма-кетликни ўз ичига олади. Бироқ, бундай сигналларни реал алоқа каналларида қабул қилиш ва қайта ишлаш аҳамиятли бўлган қийинчиликларга боғлиқ бўлади, шунинг учун каналларни кодли бўлиш тизимида канал сигналларини мажоритар кўшиш қабул қилинган. Бинар кетма-кетликларининг мажоритар жамлагичи каналлар сигналларининг алгебраик йиғинди белгисини ҳисоблаб чиқади. Кўплаб ўзгарувчиларнинг бундай функцияларини ҳисоблаб чиқиш учун мажоритар кўшишнинг махсус мантиқий схемалари мавжуд.

Мисол учун ҳар бири 5 бит бўлган учта ахборот оқимларини узатишни кўриб чиқамиз (2.1-расм). Ахборот символлар давомийлиги 8 с бўлсин. Функциянинг ортогонал тизими сифатида $N=8$ матрицалар қатори олинган.

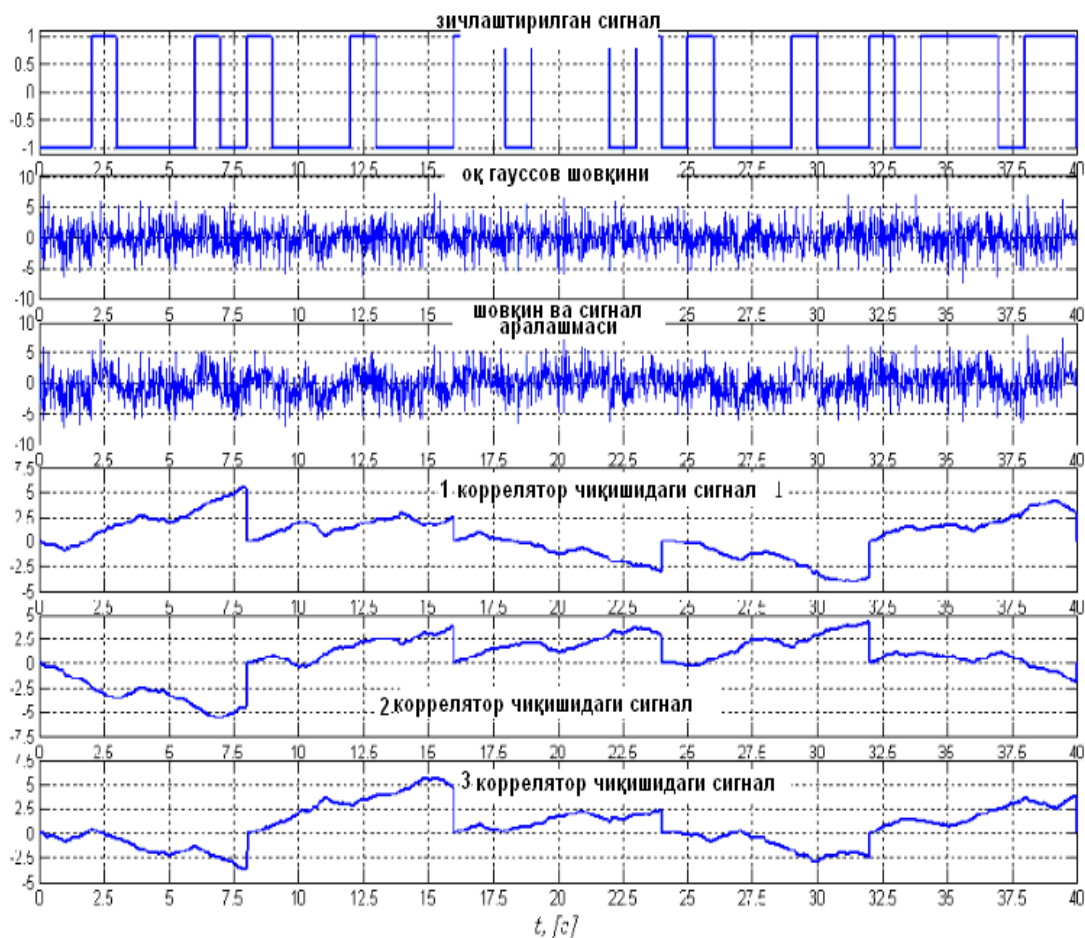


2.2-расм. Уч каналли сигналларни зичлаш

Шундай қилиб, битта ахборот бити саккизта элементар символлар билан кодланади. Биринчи ахборот оқимиға Н8 матрицанинг 2-қатори, иккинчи оқимға 3-қатор, учинчи оқимға эса 4-қатор бириктирилган. Охирги осциллограммада мажоритар жамлагич чиқишидаги сигнал тасвирланган.

2.3-расмда оқ шовқин билан аралашган натижаловчи мураккаб сигнални демодуляциялаш жараёни келтирилган. Сигнал полосасидаги сигнал\шовқин нисбати 7,17 дБ бўлади. Охирги учта осциллограмма сигнални тахлилловчи (СТ) корреляторларининг чиқишидаги сигнал бўлиб хизмат қилади. Бундан шуни кўриш мумкинки, СТ частоталарнинг умумий полосасида узатиш олиб борилганлигига қарамасдан, халақитлар фонида ахборотни ишонч билан ажрата олади. Тизимнинг самарали ишлаши учун келувчи мураккаб сигнал ва Уолш кетма-кетликлар генератори томонидан бериладиган сигнал

ўртасидаги вақт бўйича силжишлар мавжуд бўлмаслиги жиддий аҳамиятга эга.



2.3-расм. Мураккаб сигнални декодлаш

2. Кўп имконийликда ностационар сигналларни қўллаш масалалари

Кўпчилик маълумотларни узатиш технологияларида элтувчи частота вазифасини гармоник функциялар бажаради. Гармоник элтувчи функциялар ишлатилганда частота спектрини иқтисод қилиш мумкин бўлади. Бошқа тарафдан таҳлил этилганда частотанинг ошиб бориши линияда сигналнинг сўнишига олиб келади. Шунинг учун уни шундай танлаш керакки линияда сигналнинг тарқалиш масофаси максимал бўлсин.

Иккинчи тарафдан элтувчи функция вазифасини дискрет функциялар ҳам бажариши мумкин. Улар гармоник функцияларга нисбатан бир қанча афзалликларга эга бўлади. Бундай сигналлар қаторига ўта қисқа импульс кетма-кетликлари бўлиши мумкин. У ҳолатда маълумот сигналларини кодлаш учун дискрет функциянинг ҳар хил параметрлари ишлатилиши мумкин бўлади.

Кенг полосали алоқа тизимларини (АТ) таҳлил қилинганда сигнал (β_c) ва каналнинг (β_k) кенг полосалик коэффиценти тушунчаларини киритиш лозим бўлади. Улар маълумотларнинг кенглигига асло боғлиқ бўлмайди [1,2]:

$$\beta_c = \frac{F_c}{2f_o} = \frac{f_{ю} - f_n}{f_{ю} + f_n}, \quad (2.4)$$

$$\beta_k = \frac{F_k}{2f_o} = \frac{f_{ю} - f_n}{f_{ю} + f_n},$$

бу ерда F_c , F_k сигнал ёки каналнинг частота кенлиги;

$f_{ю}$, f_n - сигнал ёки каналнинг юқори, пастки частота спектри;

f_o – элтувчи частота (сигнал, каналнинг ўртача частотаси).

Элтувчи частота f_o - берилган ҳолатда сигналнинг базаси қуйидагича аниқланади:

$$B_c = 2f_c \cdot f_o T_c, \quad (2.5)$$

бу ерда T_c - сигналнинг даври (узунлиги).

Шундай қилиб, ўта кенг полосали алоқа тизими деганда кенг полосалик коэффициентлари β_c ва β_k қуйидаги шартларни қониктириши лозим:

$$\beta_c \approx \beta_k \approx \beta_\phi, \quad (2.6)$$

бу ерда β_ϕ - кенг полосаликнинг физик чегараси.

Шуниси маълумки, каналнинг самарадорлиги максимал қийматга шу пайтда эришиладики, қачонки каналга қуйилган талабларга жавоб бера олса. Бундай ҳолатлар маълум бир назарий ва амалий жиҳатдан чегараланган бўлади. Агарда сигнал гармоник элтувчига эга деб фараз қиладиган бўлсак, у ҳолда сигнални танлаш масаласи оптимал модуллаштириш функциясини ва модуляция усулини танлашдан иборат бўлади. Шунинг учун АТда кўпроқ ишлатиладиган кенг полосали сигналлар узатиладиган маълумотлар кенглигидан бир неча марта кенгрок бўлади.

Элтувчи спектрни кенгайтиришда асосан ҳар хил псевдотасодифий даврли кетма-кетлик (ПТК) ишлатилади [3]. Шунинг учун (2)да T_c - ПСП даври ҳисобланади. Давр узунлиги ва сигнал базаси маълумотларни узатиш тезлиги талаблари ва танланган узатиш усули билан аниқланади. Агарда бир бит маълумот T_c ПСП даврида узатилса, у ҳолда сигнал базаси қуйидаги катталиқ билан чегараланган бўлади:

$$B_c = \frac{2\beta_c f_0}{R_U}, \quad (2.7)$$

бунда R_U - иккиланган усулда узатишда маълумотларни узатиш тезлиги. m - усулда сигнал базаси қуйидаги катталиқ билан аниқланади:

$$B_c = \frac{2\beta_c f_0 \log m}{R_U}. \quad (2.8)$$

Шундай қилиб, мураккаб сигналнинг базаси сигнални кенг полосалик коэффиценти, гармоник тебранишнинг элтувчи частота катталиги ва маълумотларни узатиш усулининг берилган тезлиги билан аниқланади.

Сигнал базасини кенгайтириш учун β_c ни кўпайтириш ёки узатиш усулини ўзгартириш (m ни ошириш) лозим.

Иккинчидан, кенг полосали АТ тузиш учун тор полосали сигналларни қўллашда ўта кенг полосали алоқа каналини ишлатиш лозим бўлади.

У ҳолда алоқа канали диапозони “субканал”ларга бўлиниб маълумотларни узатиш учун ишлатилади. Бу ҳолатда β_c жуда кичик бўлиб, β_k эса бирга яқинлашади. Бу ҳолатда тор полосали сигнал ишлатилишининг ютуқлари кенг полосали канал ютуқлари билан биргаликда ишлатилади.

АТ ни яратишнинг учинчи ҳолати ўта кенг полосали каналлар ва оддий ўта кенг полосали сигналларни ишлатишга асосланган.

Ушбу диссертацияда кенг полосали АТни яратишнинг бошқача усулига ёндашиш таклиф этилмоқда, яъни мураккаб ўта кенг полосали сигнал ва ўта кенг полосали канални ишлатиш ҳисобига яратиш усули. Бу АТни ўта кенг полосали тизим дейишимиз мумкин. Ўта кенг полосали АТнинг кенг полосали АТдан фарқи шундаки биринчи ҳолатда ностационар сигналлар ишлатиш ҳисобига олинади. Иккинчи ҳолатда эса стационар сигналнинг фарқи шундаки унинг элементлари тузилиши алоқа линияларидаги ўтиш жараёнлари билан аниқланади.

Псевдотасодикий кетма-кетликни ностационар сигнал деб қарайдиган бўлсак, уларни самарадорлик жиҳатларини ҳисобга олган ҳолда албатта Уолш функциясига тўхталишга тўғри келади. Чунки Уолш функцияси иккиланган кодли кетма-кетликлар орасида элтувчи сигналларга қўйиладиган талабларни энг кўп қондирадигани ҳисобланади. Шунинг учун Уолш функциясини элтувчи сигнал сифатида қўллаш мумкинлигини исботлашга ҳаракат қиламиз.

Элементар импульс спектрининг кенглиги унинг узунлигига тескари пропорционал бўлганлиги учун Уолш функциясини элтувчи сифатида

ишлатилиши сигнал спектрини анча кенгайтириши мумкин. Бунда сигнал энергиясининг спектрал зичлиги албатта камаяди.

Бу ҳолатда сигнални ўта кенг полосалик дейишимиз мумкин ва у куйидаги шартни қониқтириши лозим:

$$\beta_c = \frac{f_{io} - f_n}{f_{io} + f_n} \leq 1. \quad (2.9)$$

Кейинги аналитик ҳисоблашларда қўллаш учун алоқа линияси чиқишида Уолшнинг рақамли элтувчисининг бир даврдаги кучланишини куйидаги функция кўринишида қабул қиламиз:

$$U_n(t) = U_2 \sum_{k=0}^{L-1} W a \ln(T_c, \frac{k}{B_c}) \gamma(t - k\tau_c), \quad (2.10)$$

бунда U_2 –линия чиқишида элтувчининг амплитудаси;

$T_c = 2^m \tau_c = B_c \tau_c$ -Уолш функцияси $W a \ln(\cdot)$ даври;

$B_c = 2^m$ -функциянинг вақтинчалик базаси (Уолш функцияси даврининг элементар символлар сони);

$m = \lceil \log_2 n \rceil + 1$ -n номерли Уолш функцияси диадалари қиймати,

бунда $\lceil \cdot \rceil$ -соннинг бутун қисми;

τ_c - функция элементар символининг узунлиги;

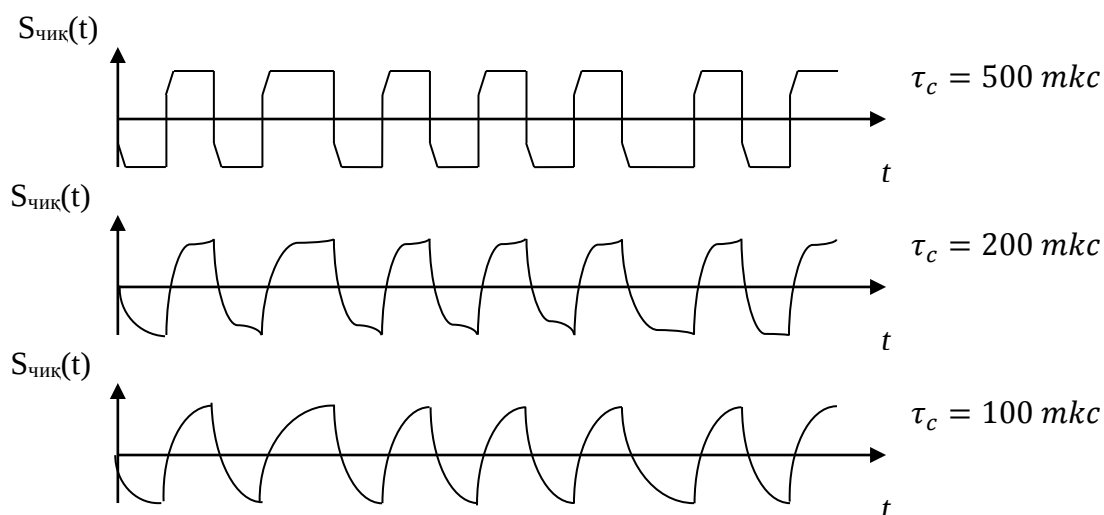
$\gamma(\cdot)$ -алоқа линияси чиқишида рақамли элтувчи элементар символининг формаси. Бу эса линиянинг ўтиш характеристикалари билан аниқланади.

(2.7)дан маълумки рақамли элтувчи тўртта модуляция қилинадиган параметрларидан иборат: амплитуда, фаза (вақтли жойлашувчи), нолинчи сатҳини ўтиш частотаси (функция рақамига тўғри келади) ва даври. Уолшнинг рақамли функцияси ортогонал бўлганлиги учун уни маълумотларни узатиш учун кўпканалликдан фойдаланишимиз мумкин. Бу

ҳолатда маълумотларни узатиш учун бир неча субканалларни ишлатиш мумкин, чунки уларнинг элтувчи частоталари алоҳида бўлади.

Ҳар бир элементар импульслар ҳам тадқиқот объекти бўлиши мумкин. Симли линия орқали маълумотларни узатишда частотанинг ошиб бориши сигнал сўнишига олиб келади. Шунинг учун ўта қисқа импульсларни линия орқали узатиш уларнинг формасининг бузилишига олиб келади. Амалиёт шуни кўрсатадиган 100 мкс дан кичик бўлган импульсларни узатиш (2км масофага) улар фронтининг анча сўнишига олиб келади.

Мисол тариқасида сигнал элементи τ_c нинг узунлигини ўзгариши билан линиянинг чиқишида рақамли сигнал элементининг узунлик қийматига қараб сигнал формаси қуйидагича бўлсин (2.4-расм).



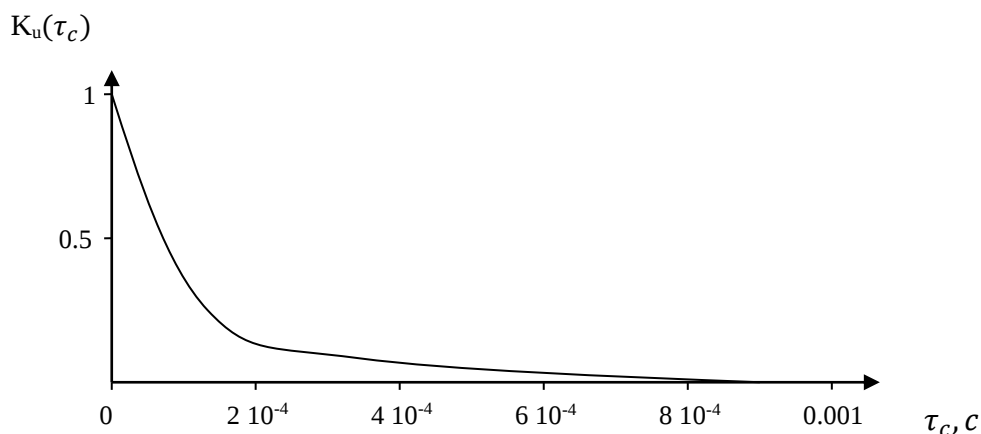
2.4-расм. Рақамли сигнал элементининг узунлик қийматига қараб сигнал формасининг ўзгариш графиги

Энди рақамли сигнал элементи узунлигининг сигнал формаси бузилиши коэффициентига боғлиқлигини кўрамиз. Сигналлар назариясида ишлатиладиган сигнал бузилишлари коэффициенти қилиб қуйидаги функцияни олишимиз мумкин:

$$\kappa_u(\tau_c) = \frac{\int_0^{\tau_c} (S_{чик}(t, \tau_c) - S_u(t, \tau_c))^2 dt}{\int_0^{\tau_c} S_{uo}^2(t, \tau_c) dt}, \quad (2.11)$$

бу ерда $S_{uo}(t)$ - формаси ўзгармаган ҳолда линиянинг чиқишидаги сигнал.

Бир неча аналитик ҳисоблашлардан кейин қуйидаги боғлиқликни ҳосил қиламиз.



2.5-расм. Сигнал бузилишлари коэффициентининг ўзгариш графиги

2.5-расмдан кўришиб турибдики рақамли элтувчи сигнал символлари узунлигининг қисқариши алоқа линиясида узатиладиган сигнал формаларининг тез бузилишига олиб келади.

Шунинг учун рақамли тўғри бурчакли импульсли сигналларнинг алоқа линияси орқали узатилишини оптимал деб бўлмас экан. Чунки линияда сигнал энергиясининг йўқолиши, формасининг бузилиши элтувчи функциянинг ортогоналлигининг йўқолишига сабаб бўлади.

Шу сабабли сигнал элементини синтез қиламиз. Чунки симли линия бўйича маълумотни узатиш тезлигини ошириш мана шу сигнал элементига боғлиқ бўлади. Шунинг учун $S_i(t)$ сигнал формасини аниқлаш керак бўлади. Импульснинг охирида, яъни $T/2$ вақтида сигнал энергияси абонент линияси чиқишида минимал қийматга эга бўлиши керак бўлади. Шундай қилиб сигнал энергиясини минималлаштириш импульснинг пик қийматида унинг узунлигининг камайишига, символлар оралиғи халақитларнинг бартараф этилишига ва маълумотлар узатиш тезлигининг ошишига олиб келади.

Сигналнинг оптимал формасини аниқлаш учун паст частотали моделдан фойдаланамиз:

$$H_l(P) = \frac{1}{1+\tau_l P}; \quad \tau_l = l \cdot R_0 \cdot C_0, \quad (2.12)$$

бу ерда $R_0 \cdot C_0$ — линия параметрлари ($R_0=50\text{нФ/км}$, $R_0=192\text{ Ом/км}$).

l -линия узунлиги.

Линия чиқишида кетма-кет келган рақамли сигналнинг максимал сатҳи сигнални қайд қилувчи қурилманинг сифати билан аниқланади. Қабул қилинган сигнал қуйидаги шартни қаноатлантириши зарур:

$$(S_i, H^* \exp(-p \cdot t_0)) = E, \quad 0 < E \leq 1 \quad (2.13)$$

бу ерда $S_i=S_1(p)$, $H^*=H(-p)$; $(*,*)$ -скаляр кўпайтма.

$$\begin{aligned} S_i, H^* \cdot \exp(-p \cdot t_0) &= s_1, h(t-t_0) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot h(t-t_0) dt = \\ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_1(j\omega) \cdot H(-j\omega) \exp(-j\omega t_0) d\omega &= \frac{1}{2\pi j} \int_{-\infty}^{\infty} S_1(p) \cdot H(-p) \exp(-pt_0) dP; \\ P=\delta + j\omega, \quad S_1(P) &= \int_0^{\infty} s_1(t) \exp(-pt) dt \quad - \text{Лаплас ўзгартиргич.} \end{aligned}$$

Линия киришида рақамли сигнал элементи энергияси чегараланган бўлиб, қуйидаги функционал орқали берилган:

$$(S_l, S_1) = 1. \quad (2.14)$$

Бундан келиб чиққан ҳолда қуридаги функционални минималлаштириш лозим:

$$(s_2, s_2) = (S_2, S_2) = (HS_1, HS_1) = (|H|^2 S_1, S_1), \quad (2.15)$$

бу ерда $S_2= S_2(p)$ Лаплас ўзгартиргичга тўғри келади.

Квадрат функционал (2.15) чиқиш сигналининг энергиясини аниқлайди. Импульснинг максимал қийматини (2.13) ҳисобга олган ҳолда (2.15)ни минималлаштириш рақамли сигнал элементининг қисқаришига ва элемент узунлиги τ_c берилганда символлар орадиғидаги бузилишнинг камайишига олиб келади.

(2.13), (2.14) чекланишларни ҳисобга олган ҳолда (2.15)нинг стационар нуқтасини топиш учун Лагранж кўпатма усулидан фойдаланимиз:

$$(S_2, S_2) + \lambda_1(S_1, S_1) + \lambda_2(S_1, H^* \exp(-p \cdot t_0)) , \quad (2.16)$$

бунда λ_1 ва λ_2 – Лагранж кўпатма ўзгармаси.

(2.12) функционал экстремумларининг борлиги шароити қуйидагича бўлади:

$$\frac{\partial}{\partial S_1} [(S_2, S_2) + \lambda_1(S_1, S_1) + \lambda_2(S_1, H^* \exp(-p \cdot t_0))] = 0. \quad (2.17)$$

(2.15)ни ҳисобга олиб (2.17)дан ўзгарувчи комплекс p ни топамиз:

$$2|H|^2 S_1 + 2\lambda_1 S_1 + \lambda_2 H^* \exp(-p \cdot t_0) = 0. \quad (2.18)$$

(2.17) тенгламадан кириш сигналининг оптимал кўриниши кеклиб чиқади:

$$S_1(p) = -\frac{\lambda_2 H(-p) \exp(-pt_0)}{2 |H(p)|^2 + \lambda_1} . \quad (2.19)$$

(2.15),(2.16) чекланиш шароитида Лагранж кўпайтмани топамиз:

$$-\frac{\lambda_2}{4\pi j} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|H(p)|^2 dp}{|H(p)|^2 + \lambda_1} \Big|_{p=j\omega} = E . \quad (2.20)$$

$$-\frac{\lambda_2^2}{8\pi j} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|H(p)|^2 dP}{[|H(p)|^2 + \lambda_1]} \Big|_{p=j\omega} = 1. \quad (2.21)$$

(2.12)ни (2.21)га қўйиб қуйидаги оралиқ натижани оламиз:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\frac{1}{1+\tau_l^2 \omega^2}}{\frac{1}{1+\tau_l^2 \omega^2} + \lambda_1} = \frac{1}{\tau_l} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{1+\lambda_1+\lambda_1 x^2} = \frac{2}{\tau_l \sqrt{\lambda_1(1+\lambda_1)}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\lambda_1} x}{\sqrt{1+\lambda_1}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{\tau_l \sqrt{1+\lambda_1}}, \quad (2.22)$$

бунда $x = \tau_l \omega$.

(2.22)ни ишлатиб (2.20)дан қуйидагини оламиз:

$$-\frac{\lambda_2}{4} \frac{1}{\tau_l \sqrt{\lambda_1(1+\lambda_1)}} = E. \quad (2.23)$$

(2.9)ни ҳисобга олган ҳолда (2.21)дан интеграл оламиз:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\frac{1}{1+\tau_l^2 \omega^2} d\omega}{[\frac{1}{1+\tau_l^2 \omega^2} + \lambda_1]^2} = \frac{1}{\tau_l} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(1+x^2) dx}{[1+\lambda_1(1+x^2)]^2} = \frac{\pi(1+2\lambda_1)}{2\tau_l \sqrt{\lambda_1(1+\lambda_1)} \lambda_1(1+\lambda_1)}. \quad (2.24)$$

(2.21) ва (2.23)дан қуйидагини топамиз:

$$\frac{\lambda_2^2(1+2\lambda_1)}{16\tau_l[\lambda_1(1+\lambda_1)]^{\frac{3}{2}}} = 1. \quad (2.25)$$

(2.24), (2.25) нозизиқли тенгламалар системасини ечиб Лагранж кўпайтма учун ушбунни ҳосил қиламиз:

$$\lambda_1 = -\frac{1}{2} [1 \pm \sqrt{\frac{1}{1-4\tau_l^2 E^4}}], \quad (2.26)$$

$$\lambda_2 = \pm 4\tau_l^2 E^3 \sqrt{\frac{1}{1-4\tau_l^2 E^4}}. \quad (2.27)$$

Алоқа линиясида $\tau_L E \ll 1$ бўлганлиги учун (2.26), (2.27) формулаларни Тейлор қатори кўринишида ишлатиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= -\frac{1}{2}[1 \pm (1 + 4\tau_L^2 E^4)], \\ \lambda_2 &= \pm 4\tau_L^2 E^3(1 + 2\tau_L^2 E^4).\end{aligned}\quad (2.28)$$

Лаплас ўзгартиргичнинг тўғри чизиқли эканлигини инобатга олиб (2.20) формулада λ_2 рақамли сигнал элементининг манфий ёки мусбат эканлигини билдиради.

λ_1 эса сигналнинг формасига таъсир этади.

Агар $\lambda_2 |H|^2$ га нисбатан анча баланд бўлса, у ҳолда (16)дан қуйидагини топамиз:

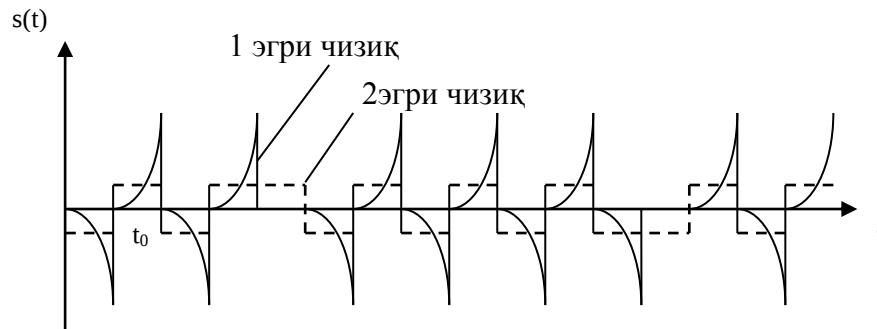
$$S_1(p) = \frac{2\tau_L E^3}{\tau_L^2 E^4} H(-p) \exp(-pt_0) = \frac{2}{E} H(-p) \exp(-pt_0). \quad (2.29)$$

Шундай қилиб сигнал алоқа линияси билан мослашган, унинг формаси линиянинг чиқишида вақтга тескари ҳолатда линиянинг импульс характеристикаси билан аниқланади.

Лапласнинг тескари ўзгартиргичидан фойдаланиб (2.29)дан қуйидагини топамиз:

$$S_1(t) = \frac{2}{E} \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} H(-p) \exp[p(t - t_0)] dp = \frac{2}{E} \exp\left(-\frac{t-t_0}{\tau_L}\right). \quad (2.30)$$

2.6-расмда кириш сигналининг вақтга боғлиқлик графиги келтирилган. Бунда $t_0 = \tau_n$ (1-график) ва Уолш функциясининг 13 рақами (2 график) учун келтирилган:



2.6-расм. Кириш сигналининг вақтга боғлиқлик графиги

Агарда λ_1 кўпайтманинг қиймати $[H]^2$ нинг қийматидан кичик бўлса, у ҳолда (2.14) формуладан қуйидагини олиш мумкин:

$$S_1(p) \approx 2\tau_{\lambda}^2 E^3 \frac{\exp(pt_0)}{H(p)} = (2\tau_{\lambda}^2 E^3 + 2\tau_{\lambda}^2 E^3 p) \cdot \exp(-pt_0). \quad (2.31)$$

(2.31) формуладан Лапласнинг тескари ўзгартиргичи δ - функция суммаси ва унинг дифференциали кўринишидаги сигналга олиб келади.

Шундай қилиб бу ҳолатда сигналнинг чексиз кичик узунлигидаги ва чексиз катта амплитудали кўринишига олиб келади. Албатта бу ҳолат назарий жиҳатдан мумкин эмас.

Умумий ҳолатда (2.14) ва (2.6) формулалардан сигналнинг оптимал кўринишини келтириб чиқариш мумкин:

$$S_1(t) = -\frac{\lambda_2}{4\pi j} \int_{c-j\omega}^{c+j\omega} \frac{1+\tau_{\lambda} p}{(1+\lambda_1)-\lambda_2 \tau_{\lambda}^2 p^2} \exp[p(t-t_0)] dp =$$

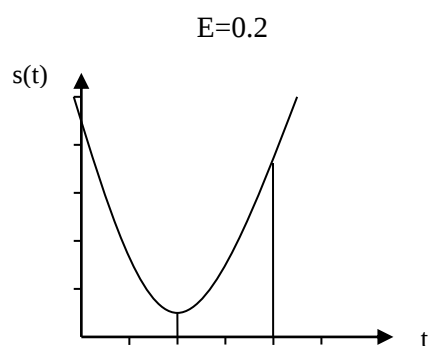
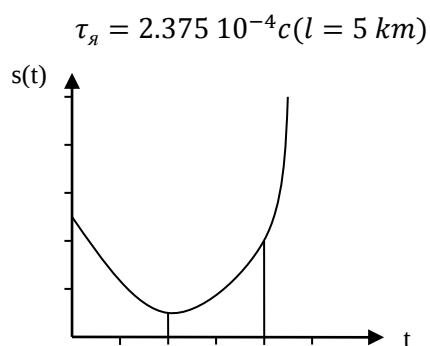
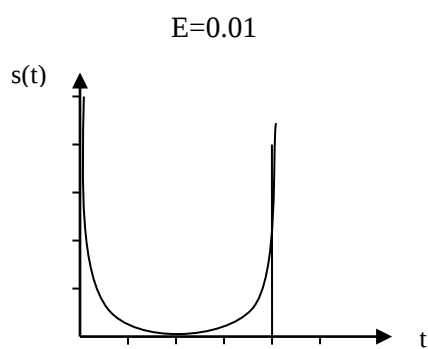
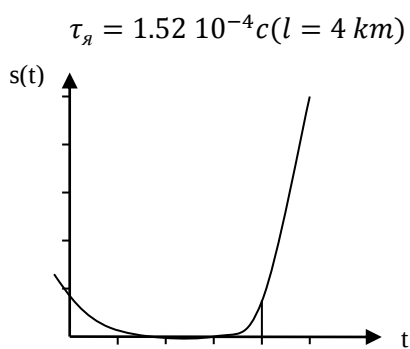
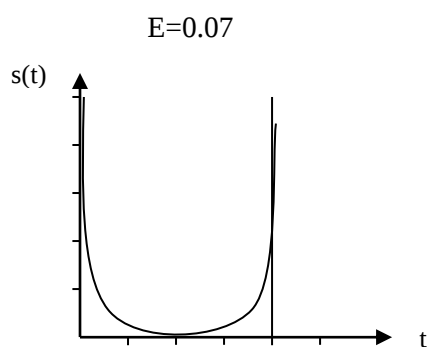
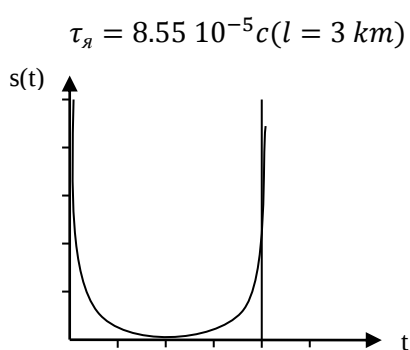
$$\frac{\lambda_2}{2\sqrt{1+\lambda_1} \cdot \sqrt{\lambda_1 \tau_{\lambda}^2}} Sh\left(\sqrt{\frac{1+\lambda_1}{\lambda_1 \tau_{\lambda}^2}}(t-t_0)\right) + \frac{\lambda_2}{2\lambda_1 \tau_{\lambda}} ch\left[\sqrt{\frac{1+\lambda_1}{\lambda_1 \tau_{\lambda}^2}}(t-t_0)\right], \quad (2.32)$$

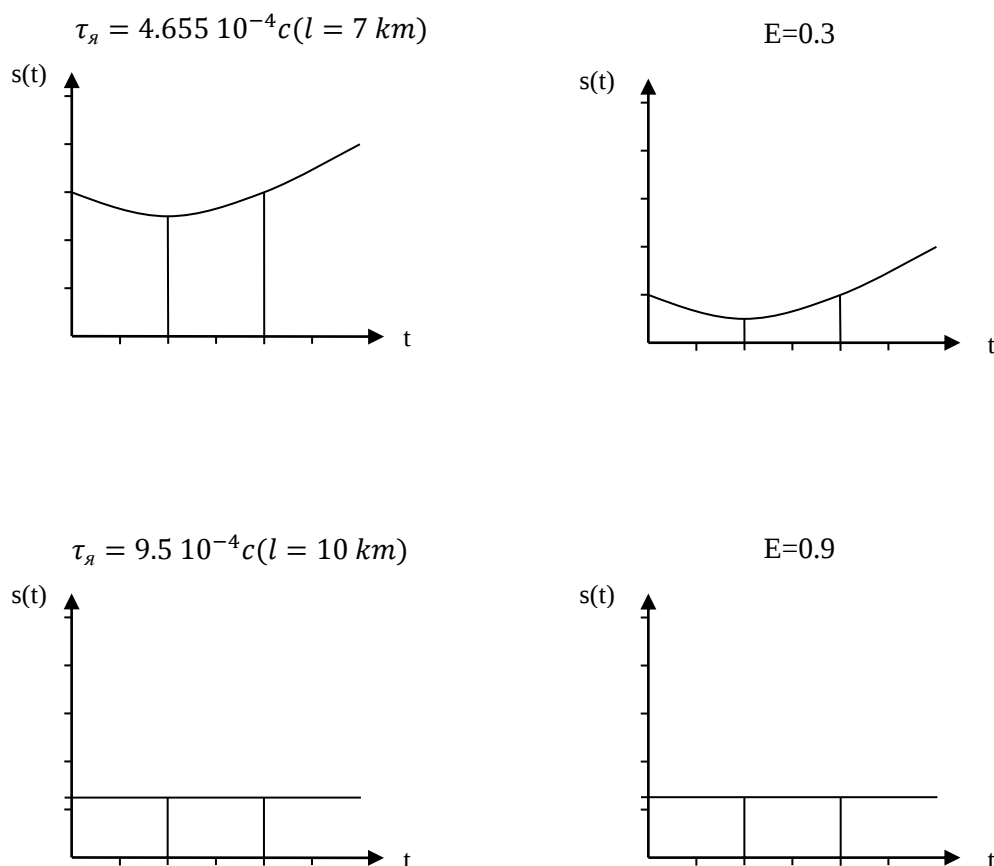
λ_1 ва λ_2 коэффициентларнинг қийматларини (2.23)дан олиб қўйиб, қуйидагини топамиз:

$$S_1(t) = -\frac{\lambda_2}{2\lambda_1\tau_n^2} \left(\sqrt{\frac{\lambda_1\tau_n^2}{1+\lambda_1}} \operatorname{Sh} \left[\sqrt{\frac{1+\lambda_1}{\lambda_1\tau_n^2}} (t - t_0) \right] + \tau_n \operatorname{ch} \left[\sqrt{\frac{1+\lambda_1}{\lambda_1\tau_n^2}} (t - t_0) \right] \right) \approx$$

$$\frac{2}{E\tau_n} \operatorname{ch} \left[\frac{t-t_0}{E^2\tau_n^2} \right] + 2E \cdot \operatorname{Sh} \left[\frac{t-t_0}{E^2\tau_n^2} \right].$$

2.7-расмда $S_1(t)$ сигналнинг линия киришидаги формалари кўрсатилган (τ_n ва E нинг турли қийматларида). Ҳисоблашда $t_0 = \tau_n$ деб қабул қиламиз:





2.7-расм. $S_1(t)$ сигналнинг линия киришидаги формалари

3. Частота – вақтли матрицалар усулида абонент рақамларини кодлаш

Асинхрон алоқа тизимларининг асосий характеристикалари бўлиб абонентларнинг умумий сони, аппаратураларнинг мураккаблиги, алоқанинг сифати ва х.к.лар абонент манзилини ифодаладиган параметрлар билан аниқланади.

Частота – вақтли матрицалар (ЧВМ) учун асосий параметрлар бўлиб сонлар, импульслар давомийлиги ва уларнинг шакллари, ташувчи частоталар сони ва импульслар орасидаги вақтли силжишлар ҳисобланади.

Зикр этилган параметрларни кўриб чиқамиз. Импульсларни вақт бўйича жойлаштириб чиқишнинг осон йўли берилган ахборотли импульсларни ушловчи линияга бериш. Уларнинг ҳар хил чиқишларидан импульс кучланишларини олиб вақт бўйича жойлаштириш.

Импульснинг вақт бўйича энг кўп ушланиши t_a ҳамма линиянинг ушланишига тенг бўлади. Агар линия s та чиқишга эга бўлса, у ҳолда импульслар ўртасидаги энг кичик масофа:

$$\Delta t_a = \frac{t_a}{s-1}.$$

Адрес гуруҳининг энг узунлиги:

$$t_s = (s-1)\Delta t_a.$$

Коддаги импульслар сони n ушловчи линия чиқишлари сонига тенг бўлади.

Шундай қилиб, n импульсдан иборат бўлган ва вақт бўйича жойлашган абонент адреси кодини ташкил қилиш мумкин.

Частота вақтли кодни ташкил этиш учун ҳар бир импульс кодли гуруҳи ўзининг юқори частотали тўлдирувчисини олади, яъни ташувчи частоталарини. Бундай ташувчи частоталар m та бўлиши мумкин. Умумий ҳолатда $m > n$ бўлади.

Шуни қабул қилишимиз керакки ҳар бир ташувчи частота билан биттадан кўп бўлмаган импульс узатилади.

Адресларни аниқлаб олиш сифатини ошириш учун импульслар орасини вақт бўйича ошириш лозим бўлади.

Турли абонентлар кодли гуруҳлари импульсларининг ўзаро таъсири адреслар хатолигини чақириши мумкин. Бу эса алоқа сифатини таъминлашда хатоликка олиб келади. Шунинг учун қўшни бир хил абонентларнинг

ахборот импульслари бир-бири билан вақт бўйича ва частота бўйича ўзаро таъсири бўлмаслиги лозим.

Импульс адрес гуруҳларининг ўзаро таъсири асосан ташувчи частоталарнинг нисбий жойлашиши билан ҳамда импульслар амплитуда-частота спектрига ва уларнинг шаклига боғлиқ бўлади.

Ташувчи частоталар оралиғининг керакли қийматдан ошиб кетиши тракт қурилмаларини ишлаб чиқишда қийинчиликларга олиб келади. Шунинг учун ташувчи частоталар оралиғини ташлашда айрим талабларни ишлаб чиқиш ва ўша талаб асосида уларни жойлаштириш талаб этилади.

4. Толали оптик алоқа тизимларида каналларни код орқали ажратиш усуллари

Толали оптик алоқада каналларни код орқали ажратишнинг замонавий усуллари таҳлил этилган. Сигналларни кодлашда вақт оралиғи ва когерентсиз оптик манбаанинг частота оралиғи ҳолатлари кўрилган. Анъанавий усуллар билан мос тушадиган чекланишлар кўрсатилган. Частота оралиғида кодланганда фойдаланувчиларнинг сезиларли даражада ошиши белгиланган.

Кўп имконийликнинг локал тармоқларда фойдаланилишини тадқиқ этиш кейинги пайтларда яна ҳам ривожланиб бормоқда. Шулар ичида айниқса каналларни код орқали ажратиш (ККА) муҳим роль ўйнамоқда.

ОСДМА кенг полосали тизим ҳисобланади. Тизимдан узатиладиган сигналлар шовқинсимон ҳисобланади. Кенг полосали дейилишидан мақсад сигналларни узатиш спектри кенг полосани эгаллайди. Шовқинсимон дейилишидан мақсад – бир пайтда битта тўлқин узунлигида гаплашаётган абонентлар бир-бирига шовқин ҳосил қилади, лекин ўзаро гаплашаётган абонентлар бир-бирини тиниқ эшитадилар. Шовқин бардошли дейилишига сабаб кенг полосали частота диапазонида тушувчи шовқинлар тор диапазонини ташкил қилади. Шу сабабли асосий сигналга уларнинг таъсири

деярли кузатилмайди. Шовқин бардошли код ёрдамида узатилаётган сигналнинг йўқолиш эҳтимоли жудаям кичик бўлади.

CDMA тизими частота спектрининг тўғридан – тўғри кенгайтириш усулидан фойдаланилган ҳолда тузилади. Улар 64 та кетма – кетлик асосида тузилади. Бу эса Уолш функциясини ишлатиш ёрдамида амалга оширилади.

Каналларни вақт ва частота бўйича ажратиш ККА тизимда тўлиқ асинхрон кўринишга эга. Абонентлар тармоқ ресурсларига тўлиқ асинхрон усулда имконийликка эга. Узлукли трафик бўлган тармоқда узлуксиз уланган тармоққа нисбатан актив фойдаланувчилар сони анча кўпроқ бўлади ва вақт интервалларини захиралаш самарасиз ҳисобланади. ККА тизимида узатиш параметрлари асосан актив фойдаланувчилар сонига боғлиқ бўлади. Бундай тизимнинг асосий афзаллиги актив фойдаланувчилар сонини ошириш ҳисобланади. Бунинг учун тизимга квазлортогонал кодни қўшиш талаб этилади. Оптик тармоқларни ишлатганда каналлар сонини ошириш учун ККА тизимини бошқа кўп имконийлик тизими билан биргаликда ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади.

ККА тизимида ҳар бир актив фойдаланувчига алоҳида кетма-кет код берилган. Оптик тармоқларда оптик сигналларни қабул қилувчи, ҳозирги ҳолатда оптик коррелятор сигналларни тўғри қабул қилиши, шовқинлардан ҳимоя қилиши учун ишлатилаётган код бир-бирига нисбатан ортогонал бўлиши зарур.

Кодларни жойлаштириш шундай бўлиш керакки уларнинг кетма-кетлиги қуйида иккита шартни қаноатлантириши керак:

1. Ихтиёрий кетма-кетлик учун:

$$\left| \sum_{t=0}^{j-1} X_t X_{t+\tau} \right| \leq \begin{cases} K, & \text{агар } \tau = 0 \\ \lambda_\tau, & \text{агар } 1 \leq \tau \leq F-1 \end{cases}$$

2. Ихтиёрий жуфт кетма-кетлик учун:

$$\left| \sum_{t=0}^{j-1} X_t Y_{t+\tau} \right| \leq \lambda_\tau, 0 \leq \tau \leq F-1, \text{ бўлса,}$$

бу ерда X_i ва $Y_i - F = T/T_c$ давр билан даврий кетма-кетлик;

$\tau(-0, F-1)$ интервалда фақат бутун сонларни қабул қилиши мумкин;

K, λ_τ - константалар.

Узунлиги F , ҳажми K , авто ва кросскорреляцияли параметрлари λ_τ ва λ_i бўлган $(0,1)$ кетма-кетлик оилали $(F, K, \lambda_\tau, \lambda_i)$ оптик ортогонал бўлиш шарти λ_τ ва λ_i лар нолга тенг бўлиши керак. Ваҳоланки кўриб чиқилганлар квазиортогоналлик учун чунки улар бирга тенг бўлади.

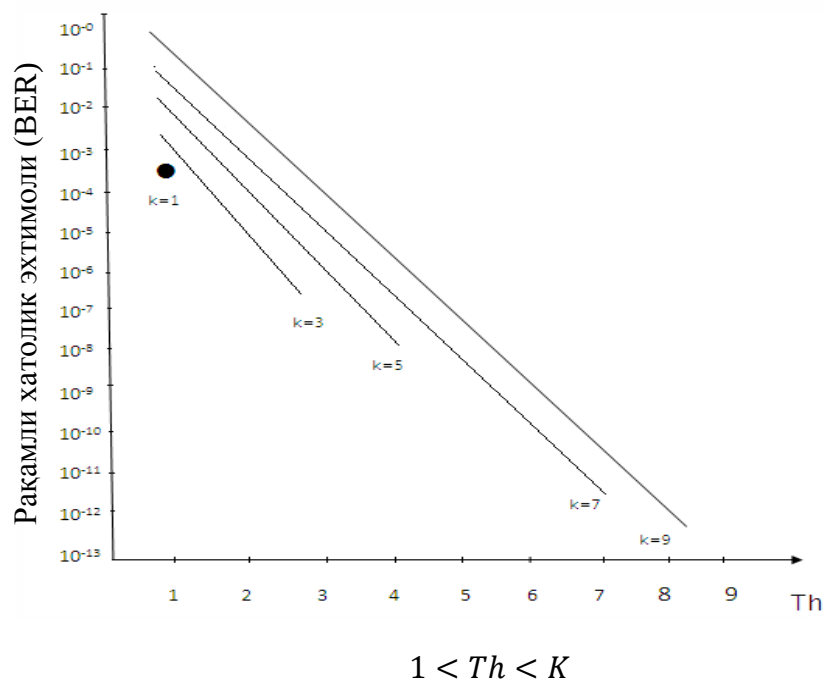
Бир қанча бутун сон ва учун F ва K учун $K(K-1) \leq F-1$ ва шарт $\lambda_\tau = \lambda_i = 1$, максимум ортогонал кодларни ташкил этиш мумкин:

$$N \leq [F-1]/[K(K-1)],$$

бу ерда $[x]$ x нинг бутун қисмини билдиради.

Ҳар бир A импульс кетма-кетлигида B импульс кетма-кетлиги билан K та мос келиш имконияти бор. Мос келиш эҳтимоллиги $1/F$. Шундан келиб чиқиб максимал мос келиши K^2 га тенг бўлади. A импульс кетма-кетлигининг B импульс кетма-кетлиги билан мос келиш эҳтимоллиги K^2/F га тенг.

Оптик ортогонал кодларнинг синхрон ва асинхрон узатиш ҳолати учун тўлиқ таҳлил[1,2] да келтирилган. 2.8-расмда рақамли хатолик (BER) нинг код узунлиги маълум қиймати F , фойдаланувчилар сони N ва код ҳажми K бўлганда ҳад қилувчи қурилма қиймати T_h га боғлиқлиқ графиги келтирилган. $K=1$ бўлганда BER нинг қиймати $2 \cdot 10^{-3}$ бўлади. K нинг ошиб бориши билан тизим параметрлари бир қанча яхшиланиб боради.



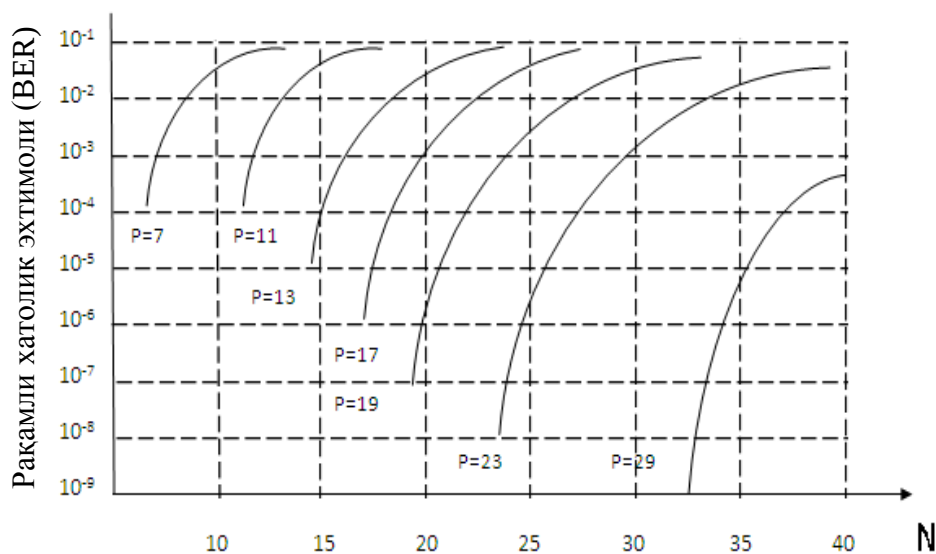
2.8-расм. Рақамли хатолик эҳтимоллигининг Th га боғлиқлиги.

Каналларни асинхрон кодли ажратишга нисбатан синхрон ажратиш уларнинг ўтказиш қобилиятини ошириш мумкин. Бунинг учун кўпроқ модификацияланган прайм-кетма-кетлиги тўғри келади. Мисол қилиб, $P=5$ бўлганда кетма-кетлик қуйидаги кўринишни олади:

$$C_{00} = 10000 \ 10000 \ 10000 \ 10000 \ 10000$$

$$C_{44} = 01000 \ 10000 \ 00001 \ 00010 \ 00100 \ ,$$

бу ерда фойдаланувчилар сони ва коднинг узунлиги P^2 . P – код элементи базасида символлар сони. Рақамли хатолик эҳтимоллигининг P нинг ҳар хил қийматлари учун фойдаланувчилар сонига боғлиқлиги 2.9-расмда келтирилган:

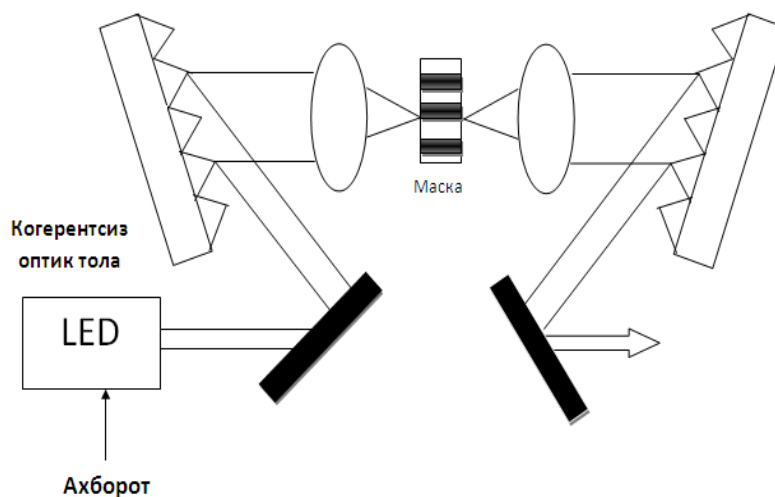


2.9-расм. Рақамли хатолик эҳтимоллигининг фойдаланувчилар сонига боғлиқлиги

Юқорида келтирилган алгоритмлар ахборот сигнадини кодлашда псевдотасоддий кетма-кетликнинг вақт бўйича тадбиқи келтирилган. Ваҳоланки усулга боғлиқ бўлмаган ҳолда ушбу тизим маълум бир чекланишга эга.

Мисол учун фойдаланувчилар сонини ошириш коднинг узун бўлишига олиб келади. Бу эса такт частоталарнинг ошишига, ёки импульс узунлигининг камайишига олиб келади. Шунинг учун шундай алгоритмни топиш керак бўладики, такт частоталарнинг ошмаслиги зарур, яъни коднинг узунлиги такт частоталарига таъсир этмаслиги лозим. Ушбу муаммони ечишнинг усулларида бири бу код ва ахборот учун ҳар хил вақт интервалларидан фойдаланишдир.

2.10-расмда оптик манбаа учун частотали кодер тасвирланган.



2.10-расм. Оптик манбаа учун частотали кодёр

Ўзининг ҳар хил камчиликлари боис кўп полосали когерентсиз оптик манбаалар алоқа техникасида қўлланилишини топмади. Лазерлар толага кўпроқ энергия беради, такт частоталарини оширишда ҳам яхши ишлаши мумкин. Кўп модуляция турларини амалга ошириши мумкин. Лекин кейинги эксперимент натижалари шуни кўрсатдики ўрта ва қисқа масофага ёруғлик диодларини ишлатиш мумкин. Диодлар лазерларга нисбатан афзалликларга эга. Улар лазерга нисбатан чидамли, паст температурага сезувчанлиги, электрон занжирларга талаби паст ва анча арзон. Бундай диодлар қаторига июминесцент диодлари киради. Уларнинг ёруғликни чиқариш қуввати 5 Бм, тўлқин узунлиги 1480 нм, ёруғликни толага бериш қуввати 6. Бу эса кейинчалик лазерларни ўрнини боса олиш имкониятига эга бўлади.

Агар X ва Y - $(0,1)$ кетма-кетлиги бўлса, у ҳолда кросс-корреляция функцияси:

$$Q_{XY}(\tau) = \sum_{t=0}^{j-1} X_t Y_{t+\tau} . \quad (2.33)$$

X кетма-кетликдан $\bar{X}$ ни топамиз.

$\bar{X}_t = 1 - X_t$. Кросс-корреляцияли функция $\bar{X}$ ва Y кетма-кетликлар учун (5) дагидек топилади:

$$Q_{XY}(\tau) = Q_{\bar{X}\bar{Y}}(\tau) . \quad (2.34)$$

Қабул қилувчи $Q_{XY}(\tau) = Q_{\bar{X}\bar{Y}}(\tau)$ нисбийликни топади ва ҳалақит қилувчи сигналларни инкор этади. Частотали код бўйича ажратишда (6) шарт. М кетма-кетликка ва Адамар матрицаси асосидаги кодга мос келади.

Шундай қилиб, кўп имконийликда ККА тизимида частота бўйича оптик манбаа билан кўпроқ актив фойдаланувчилар сонини ошириш мумкин.

II боб бўйича хулоса

Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики рақамли элтувчи сигнал узлуксиз аналог элтувчи сигналга нисбатан самарали ҳисобланади. Элтувчи рақамли кетма-кетликни татқиқ этиш натижасида Уолш функциясини ишлатиш мақсадга мувофиқлиги исботланди.

Уолш функцияси модуллаштирилган параметрларини кўп каналли тизимда ишлатиш мумкинлигини аниқлади. Уолш функциясининг диадидан сигнал базасини кенгайтириш мумкинлиги аниқланди.

τ_L ва E параметрларнинг кичик қийматларида рақамли элтувчи сигналларнинг фронтларида бузилиш камроқ бўлиши аниқланди.

Кўп имконийликда узатувчи томондаги сигналларни зичлаш ахборот оқим билан манипуляцияланган Уолш функцияларни мажоритар жамлаш йўли билан амалга оширилади. Натижаловчи оқимдан каналли сигнални ажратиб олиш кўпайтиргич ва интегратордан ёки жамлагич-тўплагичдан иборат бўлган корреляторда амалга оширилади.

Кириш тармоқларининг тўғри ишлашини таъминлаш ва унга айрим сифат кўрсаткичларини ошириш учун махсус шовқинга ўхшаш сигналлар қўлланилади. Бу эса кириш тармоғида каналлар сонини ошириб қолмасдан, унинг сифатли хизмат қилишини ҳам оширади.

III боб. Кўп имконийликда абонент кириш тармоғи технологиясини яратиш принциплари

1.Кўпимконийликда маълумот ва нутқ хабарларини узатишнинг эҳтимоллик характеристикаларини таҳлили

Ҳозирги кунда абонент кириш тармоғи тез суръатлар билан ривожланиш даврини бошдан кечирмоқда. Абонентларнинг мультимедиа (Internet тармоғидан фойдалана олиш, видеотасвирлар узатиш, кенг полосали алоқанинг интерфаол хизматлари ва шу каби) хизматларига талаблари сезиларли даражада кенгайди. Аҳолининг янги хизматлар турларига талабларининг ошиши узатиладиган ахборотнинг нутқ, матн, график, видео ва ҳ.к. ҳар хил турларини бирлаштириш натижасида шакллантирадиган абонент тармоғи трафиғи тузилмасининг ўзгаришига сабаб бўлмоқда. Тармоқ юкламасининг ошиши замонавий алоқа тизимларида фойдаланиладиган частота спектрининг юқориқроқ бўлишини талаб этади. Ажратилган частота спектрининг чекланганлиги сабабли канал ресурсларини бошқаришнинг янги ва самарали усулларига эҳтиёж пайдо бўлмоқда.

Моделлаштирилаётган абонент кириш тармоғида ҳар қандай абонентнинг каналлардан фойдалана олиши тенг имконийлик даражасига эга эканлиги кўзда тутилган. Тармоқнинг ҳар бир абоненти маълумотлар пакетини ёки нутқли ахборотни узатиш имконига эга бўлади. Овозли трафикка хизмат кўрсатиш маълумот пакетига хизмат кўрсатишга нисбатан устуворликка эга бўлганлиги сабабли пакетли маълумотларни узатишнинг узилиши назарда тутилади. Нутқли чақирувлар ва маълумотлар пакетлари Пуассон қонуни бўйича тақсимланган. Тизимда шунингдек фақат маълумотлар пакетларига хизмат кўрсатиш учун буфердан фойдаланиш мумкин. Пакетларнинг келиб тушиш жадаллилиги маълумотлар пакетларининг янгидан келиб тушган ва буфердан такроран узатилган пакетлар каби аниқланади.

Ҳозирги вақтда нутқ ва маълумотларни биргаликда узатиш жараёнини тавсифлайдиган бир қатор усуллар мавжуд. Жумладан [1] ишда маълумотлар трафигини узатиш учун резервланган қўшимча каналлардан фойдаланиш мўлжалланган. [2] ишда буферсиз тизим ва пакетларни узатиш учун резервланган каналлар кўриб чиқилган. Ушбу ҳолатда нутқли чақирувлар учун рад этишлар жадаллиги узатиладиган маълумотлар пакетлари учун хизмат кўрсатишнинг устувор узилишлари усулидан фойдаланилганлиги сабабли камаяди. Мисол учун, абонентлардан нутқли чақирувни узатиш учун талаб келиб тушса, тизим маълумотлар пакетларини узатишни тўхтатади ва ушбу канални нутқли чақирувни узатиш учун ажратади. Бундан ташқари [1] да шу нарса кўрсатиладики буфернинг ҳажми тизимнинг сифат кўрсаткичларига таъсир этади. Иккала таклиф этилган усулларда реал алоқа тизимлари учун қўлланишни чеклайдиган қатор камчиликлар бор. Шундан келиб чиққан ҳолда, келтириб ўтилган камчиликларга эга бўлмаган ва реал мавжуд бўлган алоқа тизимларини катта аниқлик билан тавсифлаш имконига эга бўладиган янги усулларни яратиш зарурияти юзага келди.

Буфердан фойдаланган ҳолда нутқли хабарлар ва маълумотлар пакетларини биргаликда узатиш сифатининг характеристикаларини баҳолаш учун декомпозиция усули таклиф этилади. Ушбу усулнинг моҳияти шундан иборатки тадқиқ қилинаётган моделнинг ишлаш сифати характеристикаларининг ҳисобини дастлабки тизимга нисбатан анча содда тузилган ва аналитик кўринишдаги ечимга олиб келадиган алоҳида модулларнинг тегишли характеристикаларини баҳолашга келтиришдан иборатдир. Дастлабки моделга ва модулга фойдали юклама оқимларининг келиб тушиши ва уларга хизмат кўрсатиш жараёнларининг ўхшаш бўлиши модулнинг кириш параметрларини танлаш ҳисобига эришилади. Тадқиқ қилинаётган нутқли хабарлар ва пакетларни биргаликда узатиш модели учун декомпозиция усулини қўллаш хизмат кўрсатилаётган ҳар бир оқим учун характеристикаларини алоҳида ҳисоблашдан иборатдир. Нутқли хабарлар маълумотлар пакетлари узатилишини узиш имконини берадиган мутлақ

устуворликка эга, шунинг учун нутқли юклама оқими характеристикаларини баҳолаш йўқотишлар билан оммавий хизмат кўрсатиш тизимининг стандарт моделлари доирасида амалга оширилади. Ушбу ҳолатда нутқли хабарни узатиш давомийлигини тақсимлаш функцияси ихтиёрий бўлиши мумкинлигини белгилаб ўтамиз. Йўқолган нутқли хабарлар улушининг қиймати битта хабарни узатишнинг ўртача давомийлигини унинг келиб тушиш жадаллигига кўпайтмаси билан аниқланади. Маълумотлар пакетларини узатиш сифатининг характеристикаларини алоҳида баҳолаш йўлини кўриб чиқамиз. Нутқли хабарлар ва пакетларни узатиш давомийлиги ўртача бир хил ва бир хил кўринишдаги тақсимлаш функциясига эга бўлсин. Нутқли хабарлар оқими характеристикаларини мустақил ҳисоблаб чиқиш имконига эга бўлган ҳолда, каналли ресурс катталигини шундай танлаш мумкинки, у нутқли хабар йўқолишининг берилган даражасини таъминлаши керак бўлади. Кейинги тузилишларда нутқли хабарлар йўқолишининг эришилган кичик даражасидан, шунингдек пакетлар ва нутқли хабарларни узатиш вазиятлари бир хил содир бўлиш шароитидан фойдаланамиз. Ушбу шароитларда етказилган пакетлар улушининг тизимда бўлишининг ўртача вақтини баҳолаш учун иккала мавжуд бўлган юклама оқимини бирлаштириш ва уларни узатишни кутиш модели доирасида кўриб чиқиш таклиф этилади. Бирлаштирилган оқимнинг ҳар бир чақируви, аввал нутқли хабар ёки маълумотлар пакети бўлишидан қатъий назар, хизмат кўрсатишда рад этилгандан кейин кутишга қўйилади, агарда бўш жой бўлса, ёки қайта тикланмасдан йўқолади. Пакетни етказиш эҳтимолини ва тизимда пакетларнинг маълум вақтга бўлишининг ўртача вақтини баҳолашда ҳисоблаш алгоритмининг тадбиқ қилиш нутқ хабарлари ва пакетларга хизмат кўрсатиш вақтини тақсимлаш хусусияти билан аниқланади ва биргаликда узатишнинг муайян моделларини кўриб чиқишда тадқиқ қилинади.

Аввалом бор нутқ узатиш жараёнини кўриб чиқамиз. Нутқли хабарларни узатиш жараёнининг маълумотлар пакетининг келиб тушиши ва уларга хизмат кўрсатиш жараёнига боғлиқ бўлмаганлиги сабабли тизим

характеристикаларини баҳолаш хизмат кўрсатиш мумкин бўлмаган чақирувларнинг йўқолишлари билан бўлган телетрафика назариясининг стандарт модели доирасида амалга оширилади. Ушбу ҳолатда нутқли чақирувларнинг фақат бир турдаги йўқотишлари мавжуд, яъни янги келиб тушадиган талаблар учун каналли ресурсларнинг етишмаслиги натижасида юзага келадиган йўқотишлар мавжуд. Узатиш учун бўш каналларнинг бўлмаганлиги туфайли йўқолган нутқли юклама хабарларининг улуши Эрланг формуласи билан аниқланади:

$$P_{rad,v} = \frac{\left(\frac{\rho_v^{N_c}}{N_c!} \right)}{\sum_{k=0}^{N_c} \left(\frac{\rho_v^k}{k!} \right)}, \quad (3.1)$$

бу ерда N_c – тизимдаги каналларнинг умумий миқдори. Овозли чақирувлар ва маълумотлар пакетлари Пуассон қонуни бўйича тақсимланган ва тизимга λ_v ва λ_d мос равишда жаддаллик билан келиб тушади. Талабларга хизмат кўрсатишнинг ўртача вақти $1/m_v$ ва $1/m_d$ бўлади. Нутқли юклама $\rho_v = \lambda_v/m_v$, Эрлангда ифодаланган. Нутқли хабарларни узатиш билан банд бўлган тизим каналларининг ўртача сони:

$$L_{on} = \rho_v (1 - P_{rad,v}). \quad (3.2)$$

Энди эса маълумотларни узатиш жараёнини кўриб чиқамиз. Маълумотлар пакетларини узатишни кўриб чиқамиз. Ушбу усул шунга асосланганки, нутқли хабарни узатиш жараёнида каналлар сони шундай танланганки, унда йўқолган нутқли хабарлар улуши жуда кичик бўлсин. Нутқли хабарларнинг келиб тушадиган оқимларини ва маълумотлар пакетларини битта дастлабки моделга бирлаштирган ҳолда ёрдамчи моделни курамиз. Ёрдамчи модел учун ҳисоблаб чиқилган йўқолган пакетлар улуши

ва пакетларнинг тизимда бўлишининг ўртача вакти дастлабки моделнинг тегишли характеристикалари учун юқори баҳо чегараси ҳисобланади. Дастлабки моделда нутқли хабар йўқолган бўлиб ҳисобланган пакет ёрдамчи моделда кутиш учун навбатга туради ва айрим кечикиш билан узатилиши мумкин. Шундай қилиб, ёрдамчи моделда дастлабки моделга нисбатан, тегишли баҳоларнинг юқори характери таъминлаган ҳолда, катта бўлган юклама ҳажми узатилади. Йўқолган пакетлар улушининг топилган баҳоси нутқли хабарлар йўқолишининг кичик катталигини ҳисоблашларнинг биринчи босқичида эришиладиган ҳақиқий қийматга яқин бўлади.

Маълумотлар пакетларининг характеристикаларини баҳолаш учун фойдаланиладиган моделнинг ишлаш схемаси қуйидагича бўлади. Бизда N_c алоқа тизими маълум бўлиб унга $\lambda_v + \lambda_d$ жадаллик билан маълумотлар пакетининг Пуассон оқими келиб тушади. Пакетни узатиш вакти бир хил узунликда бўлиб $1/m_v$ га тенг бўлади. Йиғинди юкламани $\rho_d = (\lambda_v + \lambda_d)/m_v$ деб белгилаймиз. Тизимда B ўлчамли буфердан фойдаланилади. Агар барча мавжуд бўлган узатувчи линия сиғими банд бўлса, унда пакет кутиш жойининг биттасини банд қилади.

Дастлабки модел учун киритилган ахборот оқимларини биргаликда узатиш сифатининг характеристикаларини баҳолаш учун $P(j)$ эҳтимоллик қиймати орқали аниқланадиган ёрдамчи моделнинг тегишли кўрсаткичларининг қийматидан фойдаланамиз.

Агар $P(j)$ – стационар ҳолатда моделда узатиш ёки кутишда бўлган j маълумотлар пакетларига эга бўлган эҳтимоллик ҳисобланса, у ҳолда:

$$P(j) = \begin{cases} P(0) \frac{\rho_d^j}{j!}, & 1 \leq j \leq N_c; \\ P(0) \frac{\rho_d^j}{N_c! N_c^{j-N_c}}, & N_c \leq j \leq N_c + B; \end{cases} \quad (3.3)$$

$$P(0) = \left[\sum_{j=1}^{N_c-1} \frac{\rho_d^j}{j!} + \frac{\rho^{N_c}}{N_c!} \sum_{N=1}^B \left(\frac{\rho}{N_c} \right)^s \right]^{-1}. \quad (3.4)$$

Барча каналли ресурслар банд бўлганлиги сабабли, йўқолган маълумотлар пакетининг улуши $P_{rad,d}$ билан баҳоланади. У Пуассон типигаги пакетлар бўлганлиги учун N_c+B пакетларга хизмат кўрсатилиши ва кутилиши учун бўлган ҳолатда соддалаштирилган моделни бўлиш вақтининг улуши каби аниқланади:

$$P_{rad,d} = P(N_c + B). \quad (3.5)$$

Устувор нутқли хабар билан келиб тушган линия бўйича маълумотлар пакетларини узатиш узилганлиги ва $P_{rad,uzish}$ кутиш жойига эга бўлган барча B банд бўлганлиги сабабли йўқолган маълумотлар пакетларининг улуши соддалашган моделда тегишли ҳодисалар жадалликка нисбатан баҳоланади:

$$P_{rad,uzish} = \frac{\lambda_v P(N_c + B)}{\lambda_d}. \quad (3.6)$$

$P_{rad,umum}$ маълумотларнинг йўқолган пакетларининг умумий улушининг қиймати юқорида келтирилган сабаблар бўйича йўқолган пакетлар улушининг суммаси каби баҳоланади:

$$P_{rad,umum} = P_{rad,d} + P_{rad,uzish}. \quad (3.7)$$

Муваффақиятли етказилган P_{muvf} маълумотлар пакетларининг улуши $P_{rad,umum}$ га қўшимча катталик каби баҳоланади:

$$P_{muvf} = 1 - P_{rad,umum}. \quad (3.8)$$

Маълумотлар пакетларини узатиш учун банд бўлган M_d каналларнинг ўртача сони, шунингдек маълумотлар пакетлари билан банд бўлган M_{dw} кутиш жойининг ўртача сони тегишли ўртача қиймати каби аниқланади:

$$M_d = \sum_{j=1}^N P(j)j + N_c \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j) - L_{o'rt} , \quad (3.9)$$

$$M_{dw} = \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j)(j - N_c) .$$

Пакетларнинг кутиш ва узатишда бўлишининг ўртача вақти T_d Литтл формуласи бўйича топилади [3]:

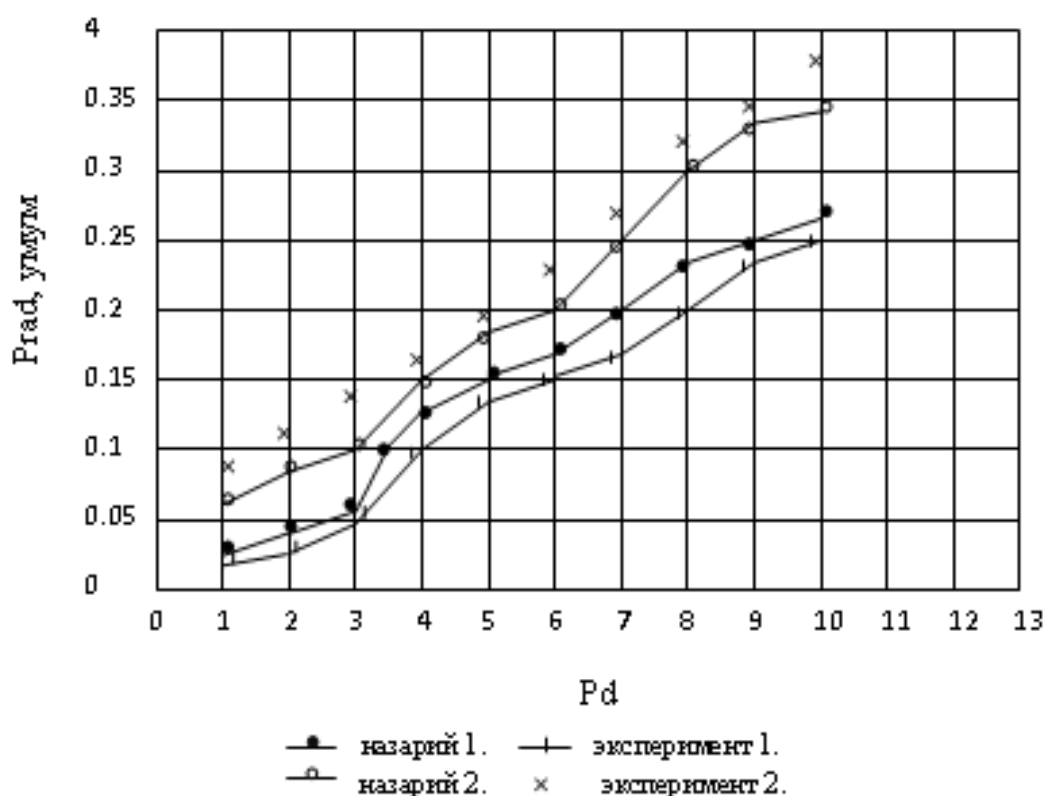
$$T_d = \frac{M_d + M_{dw}}{\lambda_d} . \quad (3.10)$$

Абонент кириш тармоқларини лойиҳалаштиришда таклиф этилган усуллардан фойдаланиш мумкинлигини аниқлаш учун имитацион моделлаштириш дастури ишлаб чиқилган. Ушбу ҳолатда имитацион моделлаштириш аналитик моделлар ёрдамида олинган натижаларнинг юзага келадиган хатоликларини баҳолаш учун қўлланилади. Имитацион моделлар учун характеристикалар қийматини тегишли ҳодисаларни ҳисоблагичларни ҳисоблаб чиқиш йўли билан топиш мумкин. Ҳисоблашларни амалга оширишда ρ_v , ρ_d , N_c кириш параметрларининг қиймати ва M абонентлар сони танланади. Кейин имитацион ва ҳисоблаш модели характеристикаларининг айрим диапазонда асосий параметрларидан бири ўзгаришига боғлиқлиги таҳлил қилинади.

$P_{rad,umum}$ рад этиш эҳтимолининг $\rho_v=0,1$ Эрл/абон., $\rho_d=4$ кбит/с/абон., $M=2$ аб. қайд этилган кириш параметрларида «нутқ-маълумотлар» узатишнинг биргаликдаги режимида N_c каналлар сонига боғлиқлигини кўрамиз. 1-расмда математик моделнинг (1 назария) келтирилган

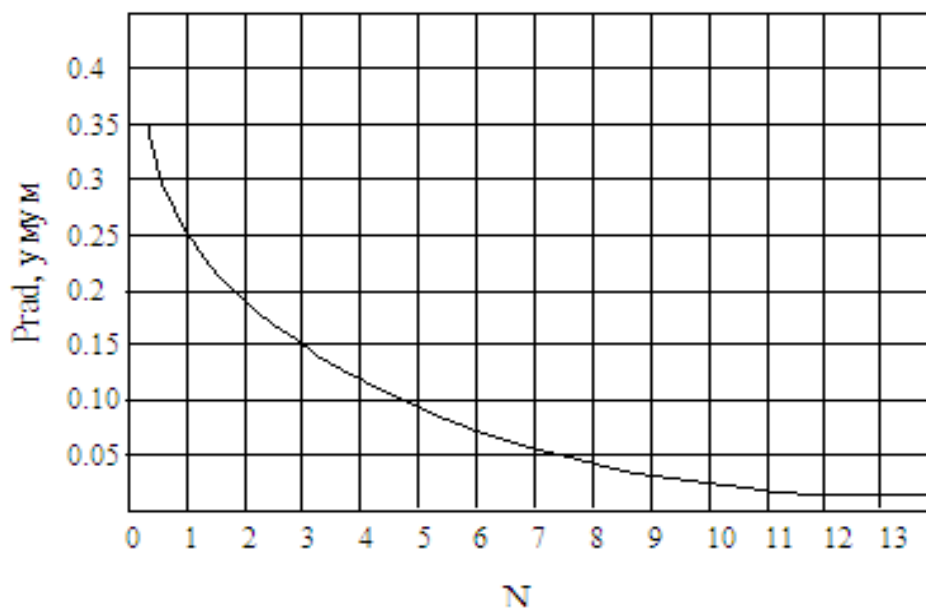
формулалари бўйича ҳисоблаб чиқилган эҳтимолликнинг тақсимланиши ва имитацион моделлаштириш дастури ёрдамида олинган натижалар асосида боғлиқлик(1 эксперимент) келтирилган.

Кейин $P_{rad,umum}$ кутиш учун жойларнинг турли қийматларида ($B=0$ (назария ва 1 эксперимент), $B=20$ (назария ва 2 эксперимент)) узатишнинг бирлаштирилган режимида ρ_d келиб тушадиган пакетларнинг йиғинди юкламасига боғлиқлиги тақлиф этилади:



3.1-расм. Рад этиш эҳтимолининг пакетлар юкламасига боғлиқлиги

Тизимда $N_c=30$, $M=2$ аб. кўзда тутилган.



3.2-расм. Рад этиш эҳтимолининг каналлар сонига боғлиқлиги

2.Ўта кенгполосалик кириш тармоғи технологиясини яратишнинг асосий принциплари

Аввалам бор ўта кенг полосали имконийлик технологияси (ЎКПИТ)ни яратиш учун алоқа линиясининг элтувчи рақамли сигнал характеристикаларига таъсирини ўрганиш лозим.

ЎКПИТда маълумотларни узатиш учун Уолш функцияси базасидан N та функцияни ишлатиш мумкин. Уолш функциясининг хусусиятларидан бири шуки $T_{\omega} = \text{const}$ бўлганда бир диаданинг ҳамма функцияларининг элементар импульслари узунликлари бир хил бўлади. Бу ҳолатда линия сигналининг энергияси фақат 3дБ га ўзгаради.

ЎКПИТда линия сигнаolini ташкил қилиш учун спектрал кодлаш ишлатилади.

Кодернинг киришига тушаётган битлар кетма-кетлиги Уолш функцияси элтувчисининг линия комбинациялари билан кодланади. Линияга бир пайтнинг ўзида ЎКПИТда ишлатиладиган ҳамма элтувчилар “+” ёки “-” белгилари билан тушади. Элтувчилар белгиларининг комбинациялари кодли комбинацияларни ташкил қилади.

Шундай қилиб, спектрал кодлаш ишлатилганида кодли комбинацияларнинг сони 2^M бўлади, бу ерда M -ишлатилаётган элтувчилар сони.

Линиянинг чиқишида элтувчи сигналларни ажратиш учун симли линия чиқишида сигналларнинг ортогоналлиги сақланиши лозим.

Алоқа линияси чиқишида рақамли элтувчи элементар символининг формасини ҳисоблаш усули линиянинг ўтиш характеристикаси $h(t)$ билан аниқланади. Умумий ҳолда ўта кенг полосалик сигнал қуйидаги боғлиқлик билан ёзилади [1]:

$$S_{кириши}(t) = \sum a_i \text{rect}(t - l \cdot \tau_c), \quad (3.11)$$

бу ерда $a_i \in (-1, 1)$ сигнал амплитудасининг нормаллашган ҳолатида.

Тўғри бурчакли бирлик импульслар тизими $\text{rect}(\cdot)$ элементар символи узунлиги τ_c бўлган ўта кенгполосали рақамли синаллар учун ортогонал бўлади.

(3.11) ни ишлатиб алоқа линияси учун ўзгармас параметрларни топиш мумкин:

$$S_{чиқ}(t) = \sum a_i \gamma(t, l), \quad (3.12)$$

бунда $\gamma(t, l) = \int_0^t h_l(r) \text{rect}(t - l \cdot \tau_c) d\tau$ линиянинг $\text{rect}(\cdot)$ функциясига бўдган тасири.

$h_l(\tau)$ - линиянинг импульс характеристикаси.

Бирлик тўғрибурчакли импульснинг қуйдаги кўринишини ишлатиб;

$$\text{rect}(t - l\tau_c) = 1(t - l \cdot \tau_c) - 1[t - (l + 1) \cdot \tau_c],$$

бу ерда $1(\cdot)$ –Хевисайданинг бирлик функцияси.

Қуйидагини оламиз:

$$\gamma(t, l) = \int_{l-\tau_c}^t h_l(\tau) d\tau - \int_{(l+1)\cdot\tau_c}^t h_l(\tau) d\tau = g_l(t - l \cdot \tau_c) - g_l(t - (l+1) \cdot \tau_c) \quad (3.13)$$

(3.13)ни (3.12)га қўйиб қуйидагини оламиз:

$$S_{\text{чик}}(t) = \sum_{l=0}^{k-1} a_l [g_l(t - l\tau_c) - g_l(t - (l+1)\tau_c)] \quad (3.14)$$

Шундай қилиб линиянинг чиқишида рақамли сигнал формасини ҳисоблаш усули (3.14) формулага асосланади ва алоқа линиялари характеристикаларининг умумий қийматларига қўшилади.

Бу усулни қўллаш ҳозирги компьютерлар учун жуда ҳам оддий. Қийинчилик тарафи шундан иборатки алоқа линияси ўтиш характеристикаларини аниқлаш жуда ҳам мушкул.

Олинган (3.14) боғлиқлик шуни кўрсатадики рақамли элтувчининг формаси линия орқали ҳосил бўлади. Линиянинг кириш ва чиқишидаги рақамли элтувчи формаларининг бир-бирига мос келмаслиги алоқа каналларининг тузилиши учун фойдали ҳам бўлиши мумкин ёки унинг бутунлай тескариси.

Шунинг учун уни чуқурроқ таҳлил этиш лозим. Натижада линиянинг чиқишида ўта кенг полосали рақамли сигнал элементар символининг узунлигини ва амплитудасини аниқлаш мумкин.

Ўтиш характеристикасининг таҳлили шуни кўрсатадики, рақамли импульслар кетма-кетлигини узатишда уларнинг кам миқдорда ўзгариши сигнал элементи импульсининг узунлиги 10^{-4} с дан кам бўлмаган ҳолатда кузатилди. Сигнал элементи узунлиги 10^{-4} с бўлганда маълумотлар узатиш тезлигини бир неча Мбит/с га етказиш учун кодли элтувчининг кўп сатҳли амплитудали модуляциясини ишлатиш лозим бўлади.

Албатта элтувчи импульсининг узунлигини камайитириш кўп сатҳли амплитудали модуляцияни ишлатмасдан маълумотларни узатиш тезлигини оширган бўлар эди.

Сигнал элементи оптимал формасини синтез масаласининг ечими шуни кўрсатадики линиянинг киришида сигналнинг кўриниши тўғри бурчакли бўлиши лозим.

Бундан ташқари ЎКПИТнинг яна бир хусусияти шундан иборатки, у ҳозирги ишлаб турган абонент линияларида ҳам ишлаши мумкин. Бунинг учун линиянинг кириш қисмига юқори частотали филтр қўйиш лозим бўлади (дифференциалли RC занжир).

Линиянинг киришига дифференциал занжирни қўйиш сигналнинг формасини оптимал кўринишга олиб келишига ёрдам беради.

Дифференциал занжирнинг узатиш функцияси:

$$H_n(p) = \frac{\tau_n P}{1 + \tau_n P}, \quad (3.15)$$

бу ерда τ_n - бузилишга олиб келувчи занжирнинг ўзгармас вақти.

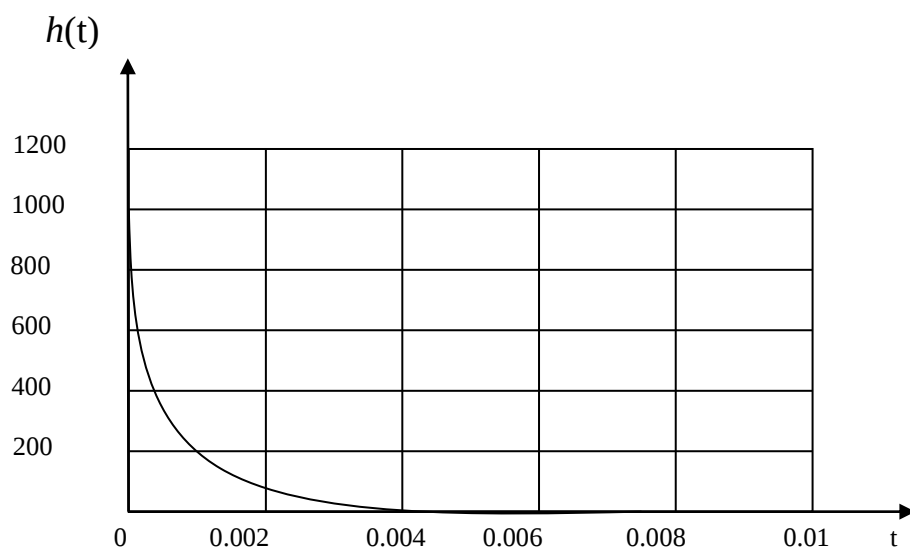
Дифференциал занжирнинг линиянинг киришида сигналнинг оптимал кўринишга яқин бўлган ҳолатини олиш имкониятини аниқлаш мақсадида линиянинг чиқишида сигнал формасининг линия киришидагига нисбатан қанчалик ўзгаришини тадқиқ этамиз.

Бу масалани чуқурроқ таҳлил қилиш мақсадида 10 км узунликдаги линиянинг паст частотали моделидан фойдаланамиз.

Линия моделининг импульс характеристикаси:

$$h(t) = \frac{1}{\tau_L} \exp\left(-\frac{t}{\tau_L}\right). \quad (3.16)$$

(3.16) нинг график кўриниши 3.3-расмда келтирилган. Линия моделининг ўзгармас вақти $\tau_L = 9,5 \cdot 10^{-4} \text{с}$.



3.3-расм. Линия моделининг импульс характеристикаси

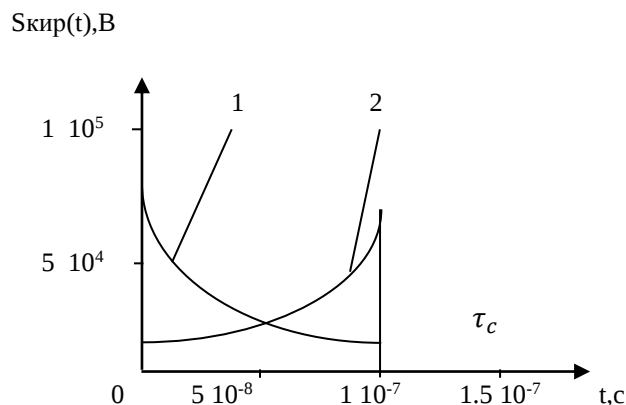
Линиянинг чиқишида сигнал формасини аниқлаймиз. Унинг киришида сигнал оптимал формасига эга деб фараз қиламиз.

Дифференциал занжирнинг параметрлари шундан танланадики линия киришида сигналнинг энергияси ҳар иккала сигнал учун бир хил бўлиши керак.

3.4-расмда кириш сигнали элементи формаси келтирилган. 1- эгри чизиқ линия киришида дифференциал занжир ишлатилганлик ҳолати, 2- эгри чизиқ қачонки линия киришида сигнал элементининг оптимал ҳолати ишлатилаганида.

Сигнал элементининг узунлиги $\tau_c = 10^{-7} \text{с}$;

Дифференциал занжирнинг ўзгармас вақти $\tau_n = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{с}$.



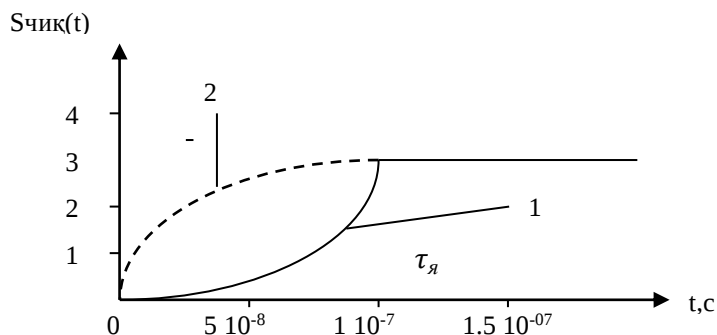
3.4-расм. Кириш сигнали элементи формаси

Энди линиянинг чиқишида сигнал элементининг шаклини ҳосил қиламиз.

Бунинг учун линиянинг импульс характеристикасидан фойдаланамиз (6), у ҳолатда:

$$s_{чик}(t) = \int_0^t s_{кир}(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau = \int_0^t s_{кир}(t - \tau) \cdot h(\tau) d\tau. \quad (3.17)$$

3.4-расмда линияни чиқишида сигнал элементи келтирилган. 1-эгри чизиқ линия киришида дифференциал занжир ҳисобига ҳосил қилинган сигнал элементи. 2-эгри чизиқ линия киришида сигнал элементининг оптимал шаклида бўлган ҳолати келтирилган:



3-5-расм. Линияни чиқишида сигнал элементи формаси

1-эгри чизик билан 2-эгри чизикнинг бир-бирига нисбатан сигнал энергиясининг узоқлашиш коэффициенти:

$$K_{узоқл.} = \frac{\Delta E}{E_2} = \frac{E_2 - E_1}{E_2} = 0,018 .$$

3.5-расмдан ва сигнал элементи энергияси узоқлашиш коэффициентидан шуни айтиш лозимки ЎКПИТ линия сигнаlinesи ҳосил қилишда аввалам бор дифференциал занжирдан ўтказиш керак. Бу эса паст частотанинг линияга ўтишидан сақлайди ҳамда сигнал элементининг оптимал шаклини синтез қилиш шартининг бажарилишини таъминлайди.

Энди ЎКПИТнинг тезлик характеристикаларини таҳлил қиламиз. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики узатиш тезлигини бир неча Мбит/с етказиш учун қуйидаги шарт бажарилиши лозим $\tau_n \ll \tau_l$.

Сигнални линияга узатишдан олдин дифференциаллаш унинг бузилиш масаласининг бажарилишини таъминлайди.

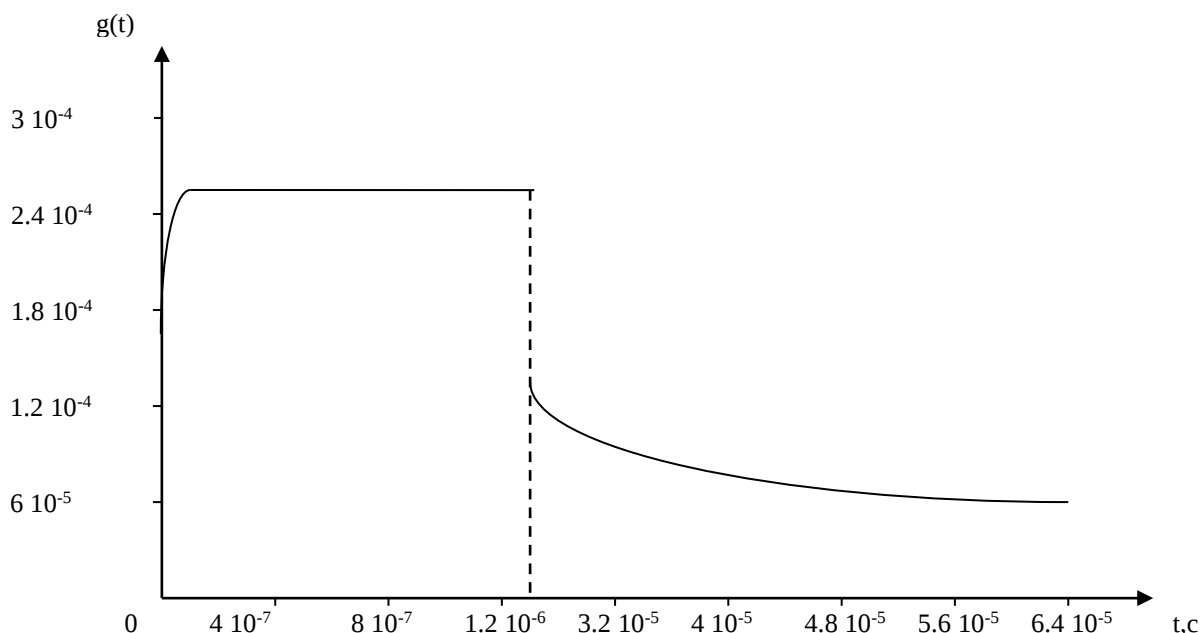
Дифференциал занжирнинг узатувчанлик функциясидан (3.15) фойдаланиб линиянинг дифференциал занжир билан узатувчанлик функциясини аниқлаймиз:

$$H_{\gamma}(p) = H_l(p)H_n \cdot (p) = \frac{\tau_n \cdot p}{(1 + \tau_n p)(1 + \tau_l p)} . \quad (3.18)$$

Олдиндан сигнални дифференциаллаш ностационар элтувчи элементининг τ_c узунлигини сезиларли камайтиради ва аълумотни узатиш тезлигини оширади. Линиянинг киришида дифференциалланган сигнал энергияси дифференциаллашгача бўлган сигнал энергиясидан кичик бўлади. Сигнал амплитудаси ҳисобига энергиясининг ошиши абонент линияси кабели изоляцияси ҳисобига чекланган бўлади. Бироқ линиянинг киришида

сигнал энергиясини ошириш сигналнинг давр узунлигини T_c ошириш билан масалани ечиш мумкин бўлади.

3.6-расмда мисол тариқасида икки километрли линиянинг ўтиш характеристикаси келтирилган:



3.6-расм. Линиядан сигнални ўтиш характеристикаси

Абонент линиясининг таҳлили шуни кўрсатадики мультипликатив ҳалақитлар линияда рақамли элтувчи импульсларнинг шаклини бузади.

Энди рақамли элтувчи сигнални қўллашда энергиянинг ва ортогоналликнинг йўқолишини баҳолашга ўтамиз.

(3.17) ва (3.18) формулаларни ишлатиб линиянинг кириши ва чиқишида рақамли элтувчи элементлари шаклини осонгина ҳосил қилиш мумкин:

$$U_{кириши}(t) = U_1 \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right),$$

$$U_{чиқиши}(t) = U_2 \gamma(t) = \frac{U_1 \tau_n}{\tau_l - \tau_n} \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau_l}\right) - \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right) \right], \quad (3.19)$$

бу ерда U_1 -фильтрнинг киришида сигнал амплитудаси бўлиб дифференциал занжир чиқишидаги сигнал амплитудага тенг бўлади. Бу эса симли линия киришига тўғри келади.

(3.19) дан кўринадикки линияда кирувчи ва чиқувчи маълумотлар оқимининг бир-бирига таъсирини йўқотиш мақсадида уларни навбат билан узатиш мумкин, агарда $\tau_c \gg \tau_n$ бўлса.

(3.19) дан линиянинг чиқишида сигналнинг амплитудасини топиш мумкин:

$$U_2 = \frac{U_1 \tau_n}{\tau_l - \tau_n} \left[\exp\left(-\frac{\tau_n}{\tau_l - \tau_n} \ln \frac{\tau_l}{\tau_n}\right) - \exp\left(-\frac{\tau_l}{\tau_l - \tau_n} \ln \frac{\tau_l}{\tau_n}\right) \right]. \quad (3.20)$$

ЎКПИТда $\tau_n \ll \tau_l$ шarti бажарилиши керак, шунда (10) формуладан;

$$U_2 = U_1 \frac{\tau_n}{\tau_l} \quad (3.21)$$

келиб чиқади.

Шундай қилиб, рақамли элтувчи сигнал амплитудаси $\frac{\tau_n}{\tau_l}$ марта камаяди. Албатта линиянинг узунлиги элтувчи сигнал амплитудасига таъсир қилади, чунки $\tau_l = lR_0C_0$.

Ўша линиянинг чиқишида гармоник элтувчи сигналнинг кучсизланиши элтувчи сигналнинг частотасига f_s боғлиқ бўлади. Агар гармоник элтувчи сигнал даврини $T_s = \frac{1}{f_s}$ белгиласак, у ҳолда линия чиқишида уни амплитудасини пасайиши $\frac{2\pi\tau_l}{T_s}$ марта бўлади. Бундан шуни қайд этиш лозимки ҳар иккала элтувчи сигнал учун уларнинг линия узунлигига боғлиқлиги бир хил бўлади. Бу эса фильтрнинг ўзгармас вақти τ_n ва гармоник элтувчи сигнал даври T_s билан аниқланади. Агар $T_s > 2\pi\tau_n$ бўлса, у ҳолда рақамли элтувчи сигнал амплитудаси гармоник элтувчи сигналга нисбатан тезроқ кечади. Аммо шу нарса маълумки узатилган маълумотнинг

шовқинга бардошлиги сигнал амплитудасига боғлиқ бўлмайди [2]. Шунинг учун рақамли элтувчиниқўллаганда сигнал даврининг ошиши ҳисобига йўқолишини ҳисобга олмаслик мумкин.

Рақамли элтувчи учун $T_s = \frac{\lceil \frac{n+1}{2} \rceil}{f_c}$, , бунда $f_c = f_s$ - элтувчи частотаси.

Рақамли элтувчининг такт частотаси элементар символнинг узунлик қиймати τ_c билан аниқланади ва у олдингидек қолади.

III боб бўйича хулоса

Келтирилган тадқиқот ишлари шуни кўрсатадики алоқа линияси киришида элтувчи сигнални ҳосил қилиш учун дифференциал занжир орқали узатиш мақсадга мувофиқ бўлар экан. Рақамли элтувчи сигнални узатиш пайтида энергетик ва ортогонал йўқотишни баланс қилиб туриш учун Уолш функциясини қўллаш тавсия этилади.

Олинган натижалар абонент кириш тармоқларининг сифат кўрсаткичларини ҳисоблаш учун тақдим этилган усулни қўллаш имконияти мавжудлигини кўрсатади. Ҳисоблашнинг ушбу алгоритмидан фойдаланганлиги сабабли етарлича аниқлик билан пакетли трафикка хизмат кўрсатиш учун зарур бўлган каналлар миқдорини аниқлаш имконияти пайдо бўлди. Аввал телекоммуникация операторларига ускунани эксплуатация қилиш тажрибаси ва тахминий юкламалардан келиб чиққан ҳолда, тармоқда ўта юкланишларга йўл қўймаслик учун аҳамиятли захира билан каналли ресурсларни ажратишга тўғри келарди. Ушбу усулдан фойдаланиш натижасида абонент кириш тармоғининг ўтказувчанлик имкониятида эришилган ютуқ ҳисоблашнинг ушбу усулидан фойдалана олиш кириш тармоғининг каналли ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини беришини тасдиқлаши мумкин. Шу билан бирга кириш тармоғи учун ускунани сотиб олиш ва эксплуатация қилиш учун сарфланадиган харажатларни қисқартиради.

Хулоса

Магистрлик диссертациясида олиб борилган илмий - тадқиқот изланишлар натижасига кўра қуйидаги асосий илмий натижаларни келтиришимиз мумкин.

1. Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики рақамли элтувчи сигнал аналог элтувчи сигналга нисбатан самарали ҳисобланади. Элтувчи рақамли кетма-кетликни тадқиқ этиш натижасида Уолш функциясини ишлатиш мақсадга мувофиқлиги исботланди.

2. Уолш функциясининг модуллаштирилган параметрларини кўп каналли тизимда ишлатиш мумкинлигини аниқлади. Уолш функциясининг диодидан сигнал базасини кенгайтириш мумкинлиги аниқланди. τ_d ва E параметрларнинг кичик қийматларида рақамли элтувчи сигналларнинг фронтларида бузилиши камроқ бўлиши аниқланди.

3. Кўп имконийликда узатувчи томондаги сигналларни зичлаш ахборот оқим билан манипуляцияланган Уолш функцияларни мажоритар жамлаш йўли билан амалга оширилади. Натижаловчи оқимдан каналли сигнални ажратиб олиш кўпайтиргич ва интегратордан ёки жамлагич-тўплагичдан иборат бўлган корреляторда амалга оширилади.

4. Кириш тармоқларининг тўғри ишлашини таъминлаш ва унга айрим сифат кўрсаткичларини ошириш учун махсус шовқинга ўхшаш сигналлар қўлланилади. Бу эса кириш тармоғида каналлар сонини ошириб қолмасдан, унинг сифатли хизмат қилишини ҳам оширади.

5. Алоқа линияси киришида элтувчи сигнални ҳосил қилиш учун дифференциал занжир орқали узатиш мақсадга мувофиқ бўлар экан. Рақамли элтувчи сигнални узатиш пайтида энергетик ва ортогонал йўқотишни баланс қилиб туриш учун Уолш функциясини қўллаш тавсия этилади.

6. Олинган натижалар абонент кириш тармоқларининг сифат кўрсаткичларини ҳисоблаш учун тақдим этилган усулни қўллаш имконияти мавжудлигини кўрсатади. Ҳисоблашнинг ушбу алгоритмидан

фойдаланганлиги сабабли етарлича аниқлик билан пакетли трафикка хизмат кўрсатиш учун зарур бўлган каналлар миқдорини аниқлаш имконияти пайдо бўлди.

7. Ушбу усулдан фойдаланиш натижасида абонент кириш тармоғининг ўтказувчанлик имкониятида эришилган ютуқ ҳисоблашнинг ушбу усулидан фойдалана олиш кириш тармоғининг каналли ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини беришини тасдиқлаши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар

I бобга адабиётлар

Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А. Каримов асарлари

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т.:Ўзбекистон, 2009. - 56 б.
2. Каримов И.А. Мамлакатимизни 2013 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурининг энг муҳим устувор йўналишлари. Вазирлар маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси. Тошкент, 2014 й. 17 январь.

Асосий адабиётлар

3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: 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
4. Сташа И. FTTC: решение для широкополосных сетей доступа с оптимальной стоимостью компании Iskratel, «Вестник связи», №10, 2010
5. Доступ следующего поколения. Комбинирование широкополосного доступа FTTC и FTTB. Описание технического решения Iskratel FTTx. 2005.

II бобга адабиётлар

6. Никитин Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. – Санкт-Петербург: СПбГУАП, 2003. – 86 с.
7. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Никитин А.Н., Сиверс М.А. Системы связи с кодовым разделением каналов. – С.-Пб.: С.-Пб ГУТ, 1999. – 120 с.

8. Смирнов Н.И., Сивов В.А. Кодовое разделение каналов (CDMA) - генеральное направление развития систем связи XXI века // Мобильные системы. - 2001. - N 1.

9. Будников В. Ю., Пономарев Б. А. Технологии обеспечения качества обслуживания в мультисервисных сетях/ Вестн. связи. 2000. - № 9. - с. 18-20.

10. Кузьменко Н.Г. Анализ способов доступа в Интернет // Тез. докл. Юбилейная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского научного и инженерно-технического состава. М.: МТУСИ-2001, с. 215-216.

11. Громов Д.А., Кузьменко Н.Г., Пшеничников А.П. Анализ параметров трафика Интернет. Международная конференция по телекоммуникациям стр. 139-142 С-П. 2001 г.

12. Громов Д.А., Кузьменко Н.Г., Пшеничников А.П. Анализ параметров трафика при коммутируемом доступе в Интернет // Тез. докл. Научно-практический семинар. - Российское Научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. Саратов-2001, с. 40-43.

III бобга адабиётлар

13. Р.В.Беляев, В.И.Калинин, В.В.Колесов.Формирование шумоподобной несущей в системах связи с расширением спектра.Радиотехника и электроника, 2001, Т.46, №2,с.214-223.

14. Васильев К. К., Новосельцев Л. Я., Смирнов В. Н. Основы теории помехоустойчивых кодов: Учеб. пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 91с.

15. Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи.М.: Техносфера, 2004.-168с.

16. Штыркин В.В. Широкополосный доступ по абонентским линиям.- Труды МТУСИ. Сборник статей.-М.:2004. 66-69.

17. Урядников Ю.Ф., Семенова Т.Н. и др. Учебное пособие “Теория электрических цепей . Часть II ”- М.: МТУСИ.,2000.

18. Урядников Ю.Ф. Спектральные методы обработки сложных сигналов. Спецтехника С.С.Сер. Тех.Ср. РС, вып.1.-1990. №12.-с.86-93.
19. Ершов В.А, Кузнецов Н.А. Метод расчёта пропускной способности магистралей мультисервисных телекоммуникационных сетей // Труды Международной академии связи. 1999. 1.С.22-24.
20. Казаков И. М. Анализ параметров трафика в сети подвижной связи. М.: 2003.- 147 с.
21. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. М.: Радио и связь, 1996. - 270 с.
22. Кузьменко Н.Г. Анализ характеристик качества обслуживания вызовов на полнодоступном пучке каналов при малых изменениях параметров нагрузки //Деп. ЦНТИ "Информсвязь" 2231 СВ-2003, с. 76-90.
23. Лагутин В.С., Степанов С.Н. Телетрафик мультисервисных сетей связи. М.: Радио и связь, 2000. - 320 с.
24. Лагутин В.С. Анализ эффективности совместного обслуживания новых информационных потоков на ГТС большой ёмкости // Электросвязь. 1999. 4.: ил.
25. Mizuhara Bun, Okano Kazutaka. MPLS technologies for IP networking solution /NEC Res. and Dev. 2001.- 42, № 2. - с 161-165
26. Virtamo J.T. Reciprocity of Blocking Probabilities in Multiservice Loss Systems, IEEE Transactions on Communications, Vol. 36, No. 10, 1988. P. 1174-1175.
27. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г.. Сети связи. БХВ, С.Петербург, 2010.