

ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 621.39:534

ХАКИМОВ ЗАФАР ТУЛЯГАНОВИЧ

АХБОРОТЛАРНИ ОПТИК ТОЛАЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДА
АОҚСФДАН ФОЙДАЛАНИБ СПЕКТРАЛ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ
ЯХШИЛАШ УСЛУБЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

05.12.04- Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение
тизимлари ва қурилмалари

техника фанлари номзоди
илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Тошкент - 2010

Иш Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган

Илмий раҳбар ЎзР ФА академиги, физика – математика фанлари
доктори, **Раджабов Тельман Дадаевич**

Расмий оппонентлар: т.ф.д., проф. **Халиков Абулхак Абдулхайирович**
 т.ф.н., доц. **Абдуазизов Аманджан**

Етакчи ташкилот Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
«Академасбоб» ИИЧБ.

Ҳимоя Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги
Д **001.25.01** рақамли ихтисослашган кенгашнинг 2010 йил «___» _____
соат _____ да ўтадиган мажлисида бўлади. Манзил: 100084, Тошкент шаҳри,
Амир Темури кўчаси, 108 уй.

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети
кутубхонасида танишиш мумкин.

Автореферат «___» _____ 2010 йилда тарқатилган.

Ихтисослашган кенгаш
илмий котиби

Ганиев А.А.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

Мавзунинг долзарблиги. Ушбу диссертация иши ахборотларни оптик толали узатиш тизимлари (ОТУТ) параметрларини яхшилаш имкониятларини, уларнинг потенциал имкониятларини кенгайтириш, ахборотларни узатиш тезликларини ва сифатини ошириш, максимал чегараларгача ўтказиш қобилиятини ошириш, тестлаш ва ахборотларни оптик толали узатиш тизимларини ҳамда оптик толали узатиш линияларини (ОТАЛ) радиотехник тизимларда қўлланилишини комплекс тадқиқ қилишга бағишланган.

Ҳозирги вақтда реал ОТУТлар спектрал характеристикаларини яхшилаш зарурияти ўзига хос долзарбликка айланиб қолди. Шу мақсадда замонавий технологиялар ва элементлардан, хусусан акустооптик қайта созланадиган филтрлардан (АОҚСФ) фойдаланиб, уларни ўлчаш учун услублар ва қурилмаларни ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш илмий ва амалий аҳамиятга эгадир.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Оптик толанинг (ОТ) кенг полосалилиги фундаментал чегарасига оптик толали узатиш тизимлари (ОТУТ) ўтказиш қобилиятини яқинлаштириш муаммоси оптик толали узатиш тизими бир вақтда ва бир-бирларига боғлиқ бўлмаган бир неча нанометрли оралиқларга тўлқин узунлиги бўйича ажратилган бир неча бир частотали лазер узаткичлари нурланишлари тарқалишига боғлиқ. Бу лазерлардан ҳар бири электрон зичлаштириш аппаратураси сигнали билан модуляцияланган ва натижада ОТУТдаги умумий ахборот оқими сезиларли даражада ортади, лекин бунда сигналлар жадаллиги (интенсивлиги) йўқотилиши мумкин.

Шу муносабат билан, кейинги йилларда АОҚСФдан фойдаланиб, спектрал оптик бирлаштириш/ажратишли (ОБА) ОТУТ оптик сигналларини регенерациялашнинг амалий услубларини ишлаб чиқиш ва кенг тадқиқ қилишни ўтказишга ўта зарурият вужудга келди. Акустооптик филтрлар ғояси нисбатан аввалроқ очилган бўлсада, кейинги йилларда акустооптика самарасидан фойдаланишга қизиқиш юқори тезликли ОТУТларда АОҚСФлардан фойдаланиш имкониятларини ўрнатилиши билан ортди. Бунда сигнал фақат йиғинди қуввати бўйича эмас, оптик спектрнинг алоҳида спектрал ташкил этувчилари бўйича қайта тикланиши лозим.

ОТУТ тармоқлари муҳим компонентларидан бири ҳисобланган АОҚСФ кенг қайта созланиш соҳаси (200нм), қисқа полосалилик, кичик қайта уланиш вақти ва энг муҳими исталган каналлар сонлари (турли частоталарда ишлайдиган) бир вақтда ва бир-бирларига боғлиқ бўлмаган ҳолда қайта улашни ўзида мужассамлайди.

Бундан ташқари, деярли тўғри бурчакли амплитуда-частота характеристикали (АЧХ) акустооптик қайта созланадиган филтрларни кучайтиргичларда фойдаланиш идеал танловчанликни ва яхши массагабарит

кўрсаткичларни беради, кучайтиргичларни осонлаштирилган созланиши ва ростланишини таъминлайди.

Шунинг учун АОҚСФлар тўлқин узунликлари бўйича зичлаштирилган тизимларда улкан ва амалий компонент сифатида мос равишда эътибор уйғатади. АОҚСФга бу кизиқишни филтрни ишлаб чиқарилишининг амалий технологияси ишлаб чиқилиши билан имконияти бўлди ва бу акустооптик филтър тузилмасини ишлатадиган тизимлар билан дастлабки муваффақиятли тажрибалар ўтказилди.

Диссертация ишининг илмий - тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Ишлаб чиқилган услублар ва амалий қўлланилиш асосида кафедранинг «Параметрическая оптимизация элементов и узлов радиоэлектронной аппаратуры» мавзусидаги илмий – тадқиқот ишлари режаларига мос равишда ва ЎзААА билан № 4.2.2.2 «Разработка и создание оптического усилителя с использованием фильтров на поверхностно акустических волн (ПАВ) и рекомендации по его использованию» ҳамда №248-08 «Исследования применения поверхностно акустических фильтров (ПАФ) для ВОЛС» хўжалик шартномаси ишлари режалари бўйича муаллифнинг бевосита иштирокида бажарилган илмий – тадқиқот ишлари ётади.

Тадқиқот мақсади. ОТУТ оптимал иш режаларини танлаш учун АОҚСФлардан фойдаланишли оптик толали элементлар ва ОТУТлар спектрал характеристикаларини комплекс тадқиқ қилиш ҳисобланади. Спектрал зичлаштиришли ОТАЛ ўтиш спектрал характеристикалари контурини линеаризациялаш ва оптик сигналларни регенерациялаш учун амалий тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқот вазифалари. Тадқиқотлар мақсадига эришиш учун қуйидаги вазифалар қўйилган:

- критик таҳлилни ўтказиш ва ОТУТ замонавий тизимларини, уларнинг асосий қурилмалари ва элементларини кўриб чиқиш, ОТУТнинг асосий имкониятлари ва афзалликларини ўрнатиш;
- ОТУТ самарадорлигини оширишга ва уларнинг характеристикаларини яхшилашга йўналтирилган ахборотларни узатиш оптик тизимларини услублари ва технологияларини комплекс тадқиқ қилишни ўтказиш;
- турли турдаги акустооптик филтърларни таҳлил қилиш ва тизимлаштиришни ўтказиш;
- юқори тезликли ОТУТларда АОҚСФлардан фойдаланиш учун асосий имкониятларни ўрнатиш;
- ОТУТ спектрал характеристикаларининг ўлчашларини ўтказиш учун мос қисмлар, элементлар ва техник характеристикали махсуслаштирилган стендди ишлаб чиқиш;
- ишлаб чиқилган стендда оптик спектрларни тадқиқотларини ўтказиш, оптик спектрал зичлаштиришли (ОСЗ) ОТАЛ ўтиш спектрал

характеристикасининг контурини линеаризациялаштириш ва оптик сигнални регенерациялаш учун стендни ишлатиш имкониятини ўрнатиш;

- оптик спектрал зичлаштиришли ОТАЛлар элементлари шаклланишини ва тестлашни тадқиқ қилиш имкониятларини ўрнатиш;

- ишлаб чиқилган махсулаштириган стенд асосида АОҚСФдан фойдаланишли оптик толали элементлар ва алоқа тугунлари спектрал характеристикаларини тадқиқ қилиш учун ўлчов комплексини яратиш ва ОТАЛ характеристикалари тадқиқотларини, оптимал иш режимларини танлашни ўтказиш;

- замонавий ОТАЛларда олинган натижаларни қўлланилиши бўйича амалий тавсияларни ишлаб чиқиш.

Тадқиқот объекти ва предмети. ОТУТ, ОТАЛ оптик тугунлари ва элементлари, уларнинг иш параметрлари тадқиқот объекти ҳисобланади.

АОҚСФлардан фойдаланиб ОТУТ ўтиш характеристикаларини линеаризациялаш, ОТАЛ спектрал характеристикалари, оптик спектрал зичлаштиришли ОТАЛ элементларини шакллантириш муаммолари, спектрал характеристикаларнинг бузилиши тадқиқот предмети ҳисобланади.

Тадқиқот методлари. АОҚСФ асосидаги стенддан ва югурма тўлқин кучайтиргичидан (ЮТК) фойдаланиб, ОТУТ спектрал характеристикаларини комплекс тадқиқ қилиш. Шунингдек, олинган ОТАЛ характеристикаларини тадқиқ қилишнинг таҳлил қилиш, синтезлаш, индукция, дедукция ва қайта ишлаш услубларидан фойдаланилган.

Тадқиқот фарази. Спектрал характеристикаларни яхшилаш учун АОҚСФлардан фойдаланиш имкониятлари ва махсулаштирилган ўлчов комплексини яратиш.

Ҳимояга олиб чиқиладиган асосий ҳолатлар:

- АОҚСФ ва ЮТК комбинацияси ёрдамида ахборотларни узатиш сифатини ошириш;

- оптик сигнални регенерациялаш хусусиятларини тадқиқ қилиш учун акустооптик қайта созланишли филтрлаш услуги ва ОТУТ спектрал характеристикаларини тадқиқ қилиш;

- ўзининг спектрал таркиби бўйича реал ОТАЛлардаги нурланишларга яқинлаштирилган оптик нурланишни моделлаштириш усули;

- ОТУТ спектрал характеристикаларини комплекс тадқиқ қилиш учун ишлаб чиқилган махсулаштирилган стенд ва ўлчов комплексининг принципи ва тузилмаси;

- ўлчов комплексида олинган статистик тадқиқотлар натижалари;

- ОТУТ спектрал характеристикаларини яхшилаш бўйича амалий тавсиялар.

Илмий янгилиги. Диссертация иши натижаларининг илмий янгилиги қуйидагилардир:

- ахборотларни узатиш оптик толали тизимларининг спектрал характеристикаларини линеаризациялаш, филтрлаш ва нурланиш

интенсивлигини ошириш учун акустооптик эффектлардан фойдаланишнинг илмий асослари ўрнатилган.

- акустооптик фильтрлардан фойдаланиш асосида ОТУТлар спектрал характеристикаларини яхшилаш услублари ишлаб чиқилган.

- юқори тезликли ахборотлар узатиш оптик толали реал тизимларда кечадиган жараёнларни имитациялаш ва ОТАЛ параметрларини тадқиқ қилиш учун АОҚСФ асосида ўлчов стенди ва комплекси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Ўтказилган тадқиқотлар ОТАЛ параметрларини яхшилаш, ахборотларни узатиш сифатини ошириш, фундаментал чегараларгача ўтказиш қобилиятини ошириш имкониятларини ўрнатди. Замонавий ОТАЛларда олинган натижаларни қўлланиши бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Оптик толали элементлар ва алоқа тугунлари спектрал характеристикаларини тадқиқ қилишда ишлатиш учун, ОТАЛ қурилмаларини ва элементларини тестлаш, оптимал иш режимларини танлаш учун ОТУТлар характеристикаларини тўла кўламда ўлчашларни ўтказишга ЎзААА корхоналарига тавсия қилинган махсуслаштирилган стенд ва ўлчов комплекси ишлаб чиқилган.

Натижаларнинг жорий қилиниши. Диссертация ишининг натижалари асосий ИТИ №4.2.2.2. «Разработка и создание оптического усилителя с использованием фильтров на поверхностно акустических волнах (ПАВ) и рекомендации по его использованию», №248-08 «Исследования применения поверхностно-акустических фильтров для ВОЛС» ҳисобланади ва ОТАЛ элементларини ўлчаш ва тестлаш учун тавсия қилинади. Диссертация ишининг натижалари жорий этилиши учун “Радиоалоқа, Радиоэшиттириш ва телевидения маркази” давлат унитар корхонасига, ООО “SANOATALOQA” заводига ва Тошкент ахборот технологиялари университетида берилди. Бу тегишли ҳужжатлар билан тасдиқланган.

Ишнинг синовдан ўтиши (апробацияси). Диссертация ишининг асосий ҳолатлари ва натижалари халқаро “Ахборот коммуникация технологиялари” - аспирант, магистр ва бакалаврларнинг Республикаси илмий - техник конференциясида (Тошкент, ТАТУ, 2004–2005йй.), “Фан ва таълимда ахборот - коммуникация технологиялари” илмий амалий конференциясида (Тошкент, ТАТУ, 2006 й., 2-том), “Ахборот-коммуникация технологиялари” аспирант, магистр ва иқтидорли талабалар илмий-техник конференциясида (Тошкент, ТАТУ, 2007-2008 йй.), Third IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet. The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks. (2007, Tashkent, Uzbekistan), 2008 International Conference on Electronic, Information and Communication. (2008, Tashkent, Uzbekistan.) да маъруза қилинган ва муҳокама этилган.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертация ишига кирган ўтказилган ишланмалар натижасида 15 босма иш эълон қилинган. Улардан 6 та мақола илмий ойномаларда ва конференциялари тўпламларида, 4 та мақола халқаро тўпламда, 4 та мақола Республика конференциялари тўпламларида иш кўринишида эълон қилинган. Ўзбекистон Республикаси Давлат патент идораси хабарномасининг 4(108) – сонли «РАСМИЙ АХБОРОТНОМА»сида янги техник ихтирога ижобий ечим олинди (ихтирони қайд этиш рақами №20090142).

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта бобдан, хулоса, адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ишининг асосий қисми 131 бетни, 44 та расми ва 14 та жадвални ташкил қилади. Адабиётлар рўйхати 95 та номлардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотларнинг долзарблиги асосланган, сирт - акустик филтрлардан фойдаланиш замонавий анъаналари ва юқори тезликли оптик алоқа тизимларида сигналларни оптимал қайта ишлаш бўйича масалаларни ечишда эффектив қўллаш, хусусан мослаштирилган филтрлашни қўллашни ташкил этиш, сигналларни корреляцион қайта ишлаш имкониятлари берилган. Мақсадлар, объектлар, предметлар ва тадқиқотлар услублари шакллантирилган.

Биринчи бобда ОТУТлар, уларнинг компонентлари, элементлари, қисмлари ва характеристикаларининг аналитик таҳлили ўтказилган. Шунингдек, телекоммуникация тизимларида ишлатиладиган филтрлар кўриб чиқилган. Радиотехника тизимларида, хусусан, уяли алоқа тизимларида АОҚСФ ишлатилган ОТУТларнинг қўлланилиши келтирилган. Тезликли ахборотларни узатиш тизимлари учун акустооптик қайта созланадиган филтрларнинг таҳлили ўтказилган. ОТУТнинг маълумотлари, уларнинг асосий компонентлари, элементлари ва тугунлари келтирилган. Бобнинг якунида ўтказилган таҳлил бўйича асосий хулосалар ва тадқиқотлар вазифаларини қўйилиши келтирилган (шакллантирилган).

Иккинчи боб акустооптик филтрларнинг асосий назарий принципларига, уларнинг конструкциялари ва ишчи характеристикаларини кўриб чиқишга бағишланган. Акустооптик филтрларнинг таҳлили ва тизимлаштирилиши ўтказилган. Янги авлод акустооптик қурилмалари (АОҚ) кўриб чиқилган. Тезликли ахборотларни узатиш тизимларида ишлатиш учун АОҚСФлар хусусиятлари, параметрлари ва характеристикаларининг асосий имкониятлари ўрнатилган.

Оптик толали алоқа тармоқлари билан мослашиш талабларини бажариш учун барча турдаги толалар билан мослашадиган АОҚСФлар ишлаб чиқилган. Унда моданинг қисқа полосали ўзгартиришга икки нурни синдирувчи муҳитни ишлатиш билан эришилади. Бундай муҳитда икки

поляризация ташкил этувчилари ТЕ (горизонтал) ва ТМ (вертикал) камаяди ва урилишнинг характеристик узунлиги билан фаза бўйича мос келмайди:

$$L_{\text{урилиши}} = \lambda / \Delta_n \quad (1)$$

бу ерда Δ_n - материал иккиланган нур синдирилиши;
 λ - нурланиш тўлқини узунлиги.

Модага ўзгартириш ўзгарувчан ортогонал қутбланишларининг нисбий ҳолати билан синхрон қўлланиш қутбларининг алмашиши билан содир бўлиши мумкин. Бунга мослаштирилган АОҚСФларда ўрин алмашадиган акустик тўлқин орқали эришилади.

Агар бундай муҳитга доимий босим қўйилса, у ҳолда фото қаттиқлик эффекти ТЕ ни ТМ даги қутбланиш ҳолатига кетма-кет айланишига ва аксинча, урилишнинг ярим узунлигига чўзилишида тескари айланишига олиб келади. Катта масофаларда модага ўзгартиришнинг ягона эффектив услуби ортогонал қутбланишлар фазаларига ўзгарувчан муносабат билан синхрон босимнинг ишорасини ўзгартириш ҳисобланади. АОҚСФларда конструктив интерференция учун акустик тўлқиннинг узунлиги урилишлар узунлигига тенг бўлади, яъни $\lambda_{ak} = L_{\text{урилиши}}$. Бу САТни (сирт-акустик тўлқин) қўзғатиш учун узатиладиган электр қувватнинг f_0 частотаси ва танланадиган тўлқин узунлигини аниқлаш учун муносабатга олиб келади:

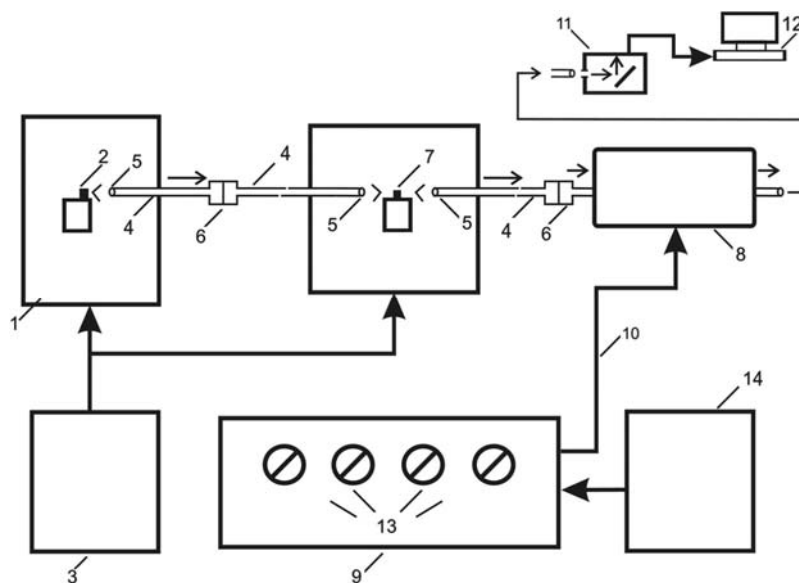
$$f_0 = (V_{\text{зв}} \Delta n_{\text{эфф}}) / \lambda, \quad (2)$$

бу эрда $V_{\text{зов}}$ - муҳитдаги товуш тезлиги (САТ тарқалиш тезлиги);

$\Delta n_{\text{сам}}$ - тўлқин ўтказгич ҳароратига, ориентациясига ва профилига боғлиқ бўлган ТЕ ва ТМ қутбланишлар учун эффектив сингдириш кўрсаткичларининг фарқи.

Когерент кесишмали алоқани ростлаш имкониятини берадиган каналлараро интерференция, каналларни филтрлаш ва тўлқинни мультиканалли қайта ишланиши учун АОҚСФга баҳо берилган бўлиб, бу амалий WDM (Wavelength division multiplexing) (тўлқин узунлигини ажратишни мультимплексорлаш) тизимлар нуктаи назаридан муҳим аҳамиятга эга. Кўп сонли каналларни ташкил этиш учун зарур бўлган ўтказиш қувватини камайтириш САТ филтрларидан, кам оптик тўлқин ўтказгичларидан ва САТ нуруни сиқишдан фойдаланилганда ишлатилиши мумкин бўлиб, бу каналга бир неча милливаттлар тартибида қувват сатҳини ишлатишга олиб келади.

Учинчи бобда мос элементларли, турларли ва техник характеристикаларли ОТАЛ спектрал характеристикаларни ўлчашни ўтказиш учун махсуслаштирилган стендни ишлаб чиқиш ва яратиш натижалари келтирилган. Сферик линза эллипс кўринишидаги линзага алмаштирилган ҳамда такомиллаштирилган лазер модули (узаткичи) баён этилган бўлиб, бунинг натижасида лазер нурланишининг киритиш самараси 35-40 % фоизлардан 70-78 % фоизларга ортди. 1 - расмда АОҚСФ ва югурма тўлқин кучайтиргичли махсуслаштирилган стенднинг функционал (тузилиш) схемаси келтирилган.



1-расм. Стенднинг тузилиш схемаси

Расмда 1-оптик толали лазер модули (узаткичи); 2-ярим ўтказгичли лазер кристалли; 3-лазер ва югурма тўлқин кучайтиргичи (ЮТК) учун таъминот блоки; 4-оптик бир модали тола; 5-микролинза; 6-бир модали коннекторлар; 7-SiO кремний моноокиси чанглаштирилган ЮТК кристалли; 8-акустооптик қайта созланувчан филтр (АОҚСФ); 9-кучайтиргич-модулятор блоки; 10-коаксиал радиочастота кабелли; 11-ДФС-14 спектрографи; 12-компьютер; 13-тўртта частоталарни микшерлаш режимининг ростлаш потенциометрлари; 14-кучайтириш - модулятор блокининг таъминот блоки.

Стендни йиғишда киритиладиган сигнални имитациялаш учун инжекцион лазер кўринишидаги оптик сигнал махсус имитаторидан фойдаланилган. Оптик ЮТКда оптик сигнал фақат қувват бўйича қайта тикланишидан ташқари, ЮТК кучайтириш коэффициентининг спектрал нотекислилигига боғлиқ бўлган кўшимча спектрал бузилишларга эга бўлади.

АОҚСФ спектрал характеристикалари мураккаб сирт-акустик тўлқинли полинер акустик тўлқин ўтказгичида қўзғатилган нурланиш оптик тўлқин

узаткич орқали ўтадиган фото қаттиқлик ўзаро таъсир ёрдамида синтезланади. У частоталари лазер узаткичларининг мос тўлқин узунликлари резонанс шартини қаноатлантирадиган бир неча гармоник САТларнинг суперпозицияси натижаси ҳисобланади:

$$H(\omega) = \sum_{n=0}^{14} (-1)^n a_0 \exp(-j\omega T_n) = a_0 - a_0 \exp(-j\omega T_0) + a_0 - a_0 \exp(j\omega 2T_0) + \dots \quad (3)$$

$$\dots + a_0 - a_0 \exp(-j\omega 14T_0) = 1 - \exp(-j\omega T/14) + \exp(-j\omega 2T/14) + \dots + \exp(-j\omega 14T/14),$$

бу ерда a_0 -хажмий коэффициент, $a_0=1$;

T - фильтр орқали оптик сигналнинг тўла ўтиш вақти, $T=14T_0$ (чунки 14 та штирли фильтр ишлатилади);

T_0 -битта штирдаги кечиктириш вақти;

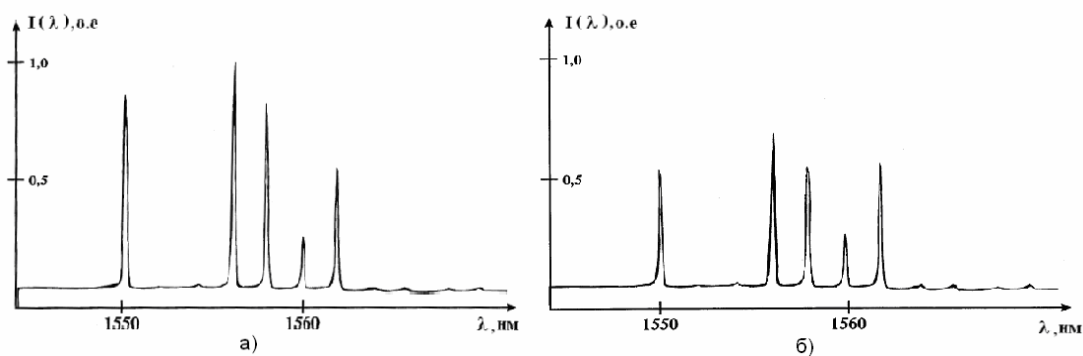
$j\omega$ -узатиш функцияси;

Тўлқин нурни икки мартта синдирувчи АОҚСФ кристалида лазер нурланишларининг фото қаттиқлик ўзаро таъсири ҳисобига АОҚСФ сирт-акустик тарқалиш билан акустооптик спектрал-селектив филтрлашни амалга оширади. Бунда кучайтиргичлар каскади ОТАЛнинг аввалги оралиғи киритиши келтириб чиқарадиган сигнал бузилишини компенсациялайдиган АОҚСФ спектрал характеристикасини синтезлаш имконига эга бўлинади.

Оптик сигналларни имитациялаш учун каналлари спектрал зичлаштирилган ОТАЛда (WDM-тармоқлари) тарқаладиган реал сигналга, ўзининг характеристикалари билан яқинлаштирилган оптик сигнални берадиган кўп модалли лазер асосидаги оптик сигналлар имитатори ишлаб чиқилган, тайёрланган ва синаб кўрилган. Электрон–нур литография ёрдамида тайёрланган қарама-қарши –штирли конфигурациядаги электродларли АОҚСФ ларнинг қўлланилиши модани ўзгартиришни 97 фоизгача ва 1,3 ва 1,55 мкм тўлқин узунликларидаги лазер нурланишларини филтрлашни яратиш кўрсатилган. 2 а,б - расмларда дастлабки реал оптик сигналдан имитацияланган оптик спектрлар келтирилган.

2, а-расмдаги спектр қурилма киришида олинadиган дастлабки оптик спектрдир, яъни спектрограф югурма тўлқин кучайтиргичигача уланади. Бу спектрлардан кўриниб турибдики, 78 мА тезлаштириш токида ва $+18^0$ С ҳароратда бу спектр яхши яқинлашиш билан оптик спектрал зичлаштиришли реал ОТАЛ сигнали оптик спектри кўринишини яратади. Мазкур ОТАЛ 1550-1562 нм тўлқин узунликлари диапазонида 2 нм га ажратилган оралиқлардаги 7 та бир частотали лазерлар узаткичларида ишлайди деб ҳисоблаш мумкин. Шуни таъкидлаб ўтамизки, 1552 ва 1554 нм тўлқин узунликларидаги спектрал ёрқинлик деярли нолга тенг. Реал ОТАЛда бу тўлқин узунликларида ишлайдиган узаткичлар лазерларида узатиладиган ахборот йўқотилишини

билдириши мумкин. 1560 нм тўлқин узунлигидаги спектрал линиянинг жадаллиги бошқа спектрал линияларнинг жадалликларидан сезиларли кичик. Шунинг учун мумкин, реал ОТАЛда бундай сигналнинг бир неча оптик кучайтиргичлар каскадлари орқали кейинги тарқалишида бу тўлқин узунлигида узатиладиган ахборот қабул қилишда сезиларли бузилади ёки йўқотилади. Бу ҳолда спектрал нотекислик 6,46 дБни ташкил қилади.



2-расм. Оптик спектрлар

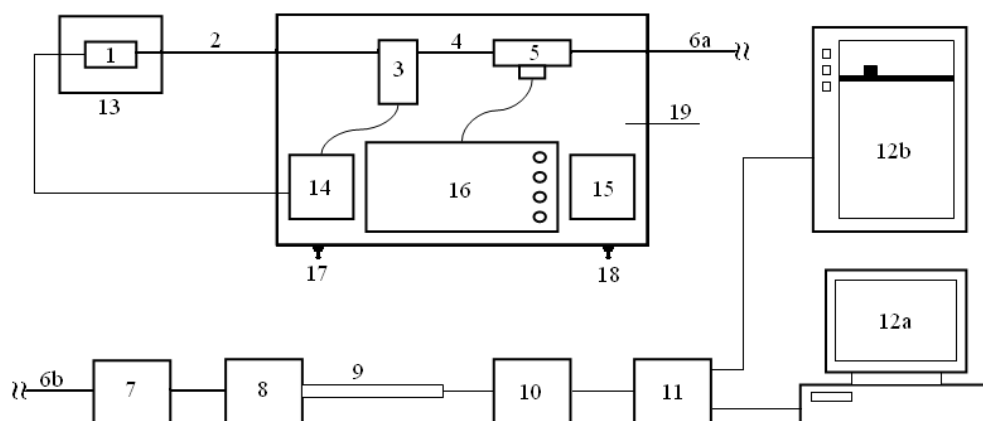
а) дастлабки оптик спектр;

б) тўртта каналлар улангандаги оптик спектр.

2,б-расмда САТ қўзғатадиган ва тўлқин узунлиги резонансга соналандиган 175,21;174,54;174,31;173,87 МГц частоталарли тўртта каналлар уланган ҳолатдан оптик спектр келтирилган. Бу спектрда линияларнинг спектрал нотекислиги 4,67 дБни ташкил қилади. Дастлабки (2,а-расм) ва якуний (2,б-расм) спектрларни таққослашдан оптик спектрал зичлаштиришли ОТАЛ ўтиш спектрал характеристикаси контурининг линеаризацияси ва оптик сигнални регенерациялаш учун стенддан фойдаланишнинг самарадорлиги ҳақида хулоса қилиш мумкин.

Тўртинчи бобда АОҚСФлардан фойдаланишли оптик толали элементлар ва алоқа тугунлари спектрал характеристикаларини оптимизациялашни тадқиқ қилиш учун махсуслаштирилган стенд, ўлчов комплекси асосида ишлаб чиқиш бўйича натижалар, ахборотни узатиш оптик толали тизимлари қурилмалари ва блокларини модернизациялаш, оптимал иш режимларини танлаш ва тестлаш учун ОТАЛ характеристикаларини кенг қўламларда ўлчовларини ўтказиш келтирилган.

3-расмда ишлаб чиқилган комплекснинг умумий кўриниши келтирилган.



3-расм. Илмий - ўлчов комплекснинг тузилиш схемаси

Бу ерда 1 - 1527 нм тўлқин узунлигидаги нурланишли лазерли модул; 2 - бир модали тола; 3 – югурувчи тўлқин кучаётиргичи (ЮТК); 4 - АОҚСФдан олдинги ва ЮТКдан кейинги бир модали тола оралиғи; 5 - АОҚСФ; 6, а-АОҚСФдан кейинги бир модали тола оралиғи; 6, б-спектрограф кириш қурилмасидан олдинги бир модали тола оралиғи; 7 - қўшимча бирлаштирувчи қурилма; 8 - спектрограф; 9 - фотоқабуллагич; 10 - У5-11 элэктрометрик кучайтиргич; 11 - ўрнатилган фильтрли қўшимча кучланиш кучайтиргичи; 12, а-компьютер монитори экрани; 12, б-икки координатали ўзи ёзувчи мослама; 13 - лазер ва оптик толани аниқ бирлаштириш учун қурилма; 14 - ярим ўтказгичли лазернинг таъминот блоки; 15 - АОҚСФ ва унинг модулятори таъминот блоки; 16 - тўрт каналли модулятор; 17 - стендда лазерни улаш тумблери; 18 - АОҚСФни ва модуляторни улаш тумблери; 19 - стенд.

1 лазерли модулдан лазер нурланиши 13 қурилмадаги 2 бир модали толага киритилади. 13 қурилма 0,5 мкмгача аниқликда оптик толанинг учларини ва ярим ўтказгичли лазернинг нурлантириш майдончасини (майдончанинг ўлчамлари 0,5x1 мкм²) бирлаштириш (бир-бирларига нисбатан аниқ жойлаштириш) имкониятини беради. Лазерни бошқариш схемасига элэктр таъминоти 14 таъминот блокидан берилади. 2 оптик тола бўйича лазер нурланиши 3 ЮТКга берилади. Бу ерда сигнални 12 дБга кучайтириш амалга оширилади.

Кейинчалик 4 бир модали тола оралиғи бўйича нурланиш 5 АОҚСФга берилади. 15 таъминот блоки 5 АОҚСФни ва 16 модуляцияловчи қурилманинг элэктр таъминоти учун мўлжалланган. Ўзгартирилган спектрал характеристикаларли лазер нурланиши 6б оптик тола бўйича 8 спектрографнинг оптик киришига берилади. 7 қўшимча бирлаштирувчи қурилма ёрдамида оптик тола чиқиш учидан лазер нурланишини спектрограф оптик киришига киритилишининг оптимизацияланиши амалга оширилади. 8 спектрограф ички нурланиши оптик тирқиш ва объектив орқали дифракцион панжарага келиб

тушади. Кейин нурланиш чиқиш оптик тирқиш орқали 9 фотоқабуллагичга берилади. 9 фотоқабуллагичнинг фототоки дастлаб 10 У5-11 электрометрик кучайтиргичда кучайтирилади, кейин кучайтиргичнинг чиқиш кучланиши юқори частотали ва тармоқ ҳалақитларини сўндирадиган ўрнатилган фильтрли 11 кучланиш кучайтиргичида қўшимча кучайтирилади. Спектрографдан ахборот СОМ порт (RS-232 интерфейси) орқали компьютерга киритилади. 12, а монитор экранда олинadиган спектрлар кўрсатилади.

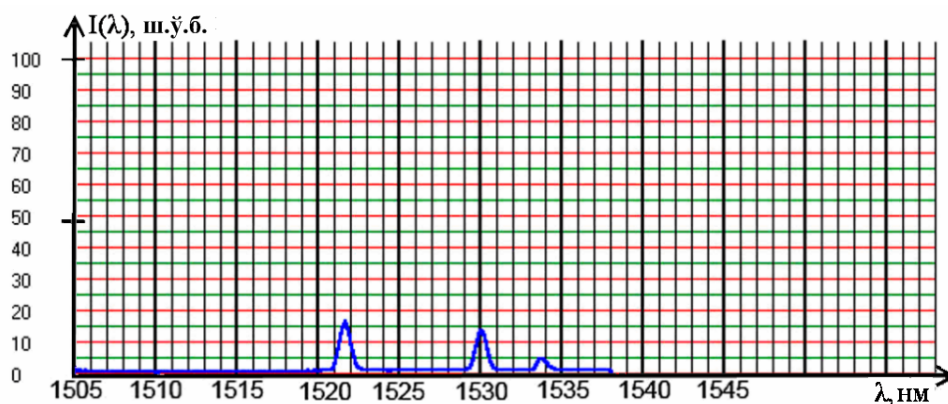
Шунингдек, бу спектрлар тўғридан-тўғри икки координатали 12 ўзи ёзадиганга берилиши ва миллиметрли қоғозда қайд қилиниши мумкин. Стендда лазерни ёқилиши 17 тумблер ёрдамида, АОҚСФни уланиши эса 18 тумблер ёрдамида амалга оширилади.

Мазкур илмий-ўлчов комплексида спектрал характеристикаларни комплекс тадқиқ қилиш ўтказилган, шу жумладан, АОҚСФ қўлланилмаган ва қўлланилган ҳолатдаги лазер нурланишлари спектрограммалари олинган.

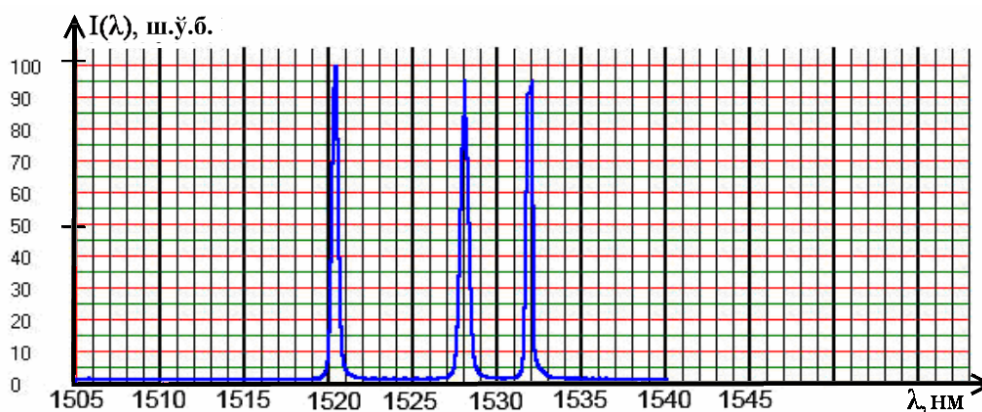
4-расмда АОҚСФ ва ЮТК узилган ҳолдаги комплекс чиқишидаги спектр кўрсатилган. Кўриниб турибдики, сигналнинг қуввати унча катта эмас. Спектрал линияларни кузатиладиган кучли кенгайиши шунга боғлиқки, узилган ЮТК ва АОҚСФда стенд чиқишида оптик қувват жуда катта эмас. ЮТК ва АОҚСФ уланган ҳолатдаги стенд чиқишидаги лазер нурланиши қуввати 16 дБга ошди, қайд қилинадиган спектрал линиялар кенглиги ҳам 16 дБга қискарди ва спектрал линияларнинг тенглашиши кузатилди (5-расм).

Вазифасига ОТУТ олдинги трансляция қилинмайдиган оралиғи томонидан киритиладиган йўқотишларни компенсациялаш учун оптик сигнални кучайтириш кирадиган ОТУТ асосий элементларидан бири оптик сигналлар ретрансляторлари ҳисобланади, у ҳолда бундай ОТУТлар учун альтернативсиз ретранслятор сигналнинг барча оптик ташкил этувчиларини қамраб оладиган оптик ЮТК ҳисобланади. Ҳозирги вақтда бу мақсадга эришишга урилиш ЮТКлар билан бир қаторда оптик-электрон-оптик ўзгартиришли регенераторларни қўллаш орқали амалга оширилиши спектрал ОБАли истиқболли юқори тезликли ОТУТларда уларнинг ишлатилиши имкониятини йўқлигини кўрсатди. Шунинг учун АОҚСФ ёрдамида ОТУТ ўтиш спектрал характеристикасини линеаризациялаш имконияти сўзсиз муҳим амалий аҳамиятга эга бўлади. Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, каналлари спектрал зичлаштирилган ОТУТда реал нурланиш спектрал таркибига мос оптик нурланиш ЮТКга берилади, бу ерда сигнал қувват бўйича қайта тикланади, лекин сигнал ЮТК кучайтириш коэффициентининг спектрал нотекислигига боғлиқ қўшимча спектрал бузилишларга эга бўлади. Лекин, кейин оптик уйғунлаштириш элементлари орқали сигнал АОҚСФ га берилади ва АОҚСФдан ўтиб сигнал спектр бузилишларидан қутулади. Олинган тажрибалар натижалари ўлчов комплексининг таркибий қисмларининг ишлаши уларнинг созланиш шароитларига боғлиқлигини тўлиқ кўрсатди (ярим ўтгазгичли лазер учун харорат ва тезлаштириш токи, АОҚСФ учун модуляция

частотаси ва спектри). Шундай қилиб, реал ОТУТ характеристикаларига эквивалент бўлган исталган характеристикаларни амалий олиш ва тадқиқ қилиш мумкин.



4-расм. ЮТК ва АОҚСФ узилган ҳолатдаги комплекс чиқишидаги оптик спектр



5-расм. ЮТК ва АОҚСФ уланган ҳолатдаги комплекс чиқишидаги оптик спектр

Маълумки, лазернинг ҳарорати нурланиш жадаллигига кучли таъсир этади. Комплекс иш режимларига боғлиқ равишда, хусусан лазернинг турли ҳароратларидаги нурланиш жадалликлари ўлчашлар ўтказилган.

Жадвалда 10-40 °С диапазондаги лазер ҳароратига боғлиқ равишда турли тўлқин узунликларида нурланиш жадаллигини статистик ўлчаш натижалари келтирилган.

Жадвал натижалари асосида қуйидагиларни таъкидлаш мумкин:

- 1-нчи режимда (ҳарорат 10-40 °С диапазонда ўзгарганида) λ_1 да I_0 нурланиш интенсивлиги 9 дан 22 гача нисбий бирликларга, λ_2 да 7 дан 15 гача нисбий бирликларга, λ_3 да 3 дан 7 гача нисбий бирликларга ўзгаради;

- 2-нчи режимда λ_1 да I_0 нурланиш интенсивлиги 51 дан 90 гача нисбий бирликларга, λ_2 да 67 дан 116 гача нисбий бирликларга, λ_3 да 39 дан 74 гача нисбий бирликларга ўзгаради;

Лазер ҳарорати ва иш режимларига боғлиқ линиялар жадалликлари боғлиқликлари

Стенднинг иш режими		Лазернинг турли ҳароратларида спектрал линиялар жадалликларининг қиймати (нисбий бирликларда)							Параметр нинг ўртача қиймати
		10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	
АОҚСФ-уз., ЮТК-уз., спектр 1 чўққиси	λ_1	22	19	17	16	15	13	9	15,86
АОҚСФ-уз., ЮТК-уз., спектр 2 чўққиси	λ_2	15	14	13	12	11	9	7	11,57
АОҚСФ-уз., ЮТК-уз., спектр 3 чўққиси	λ_3	7	6	5	5	4	4	3	14,86
АОҚСФ-уз., ЮТК-ул., спектр 1 чўққиси	λ_1	90	84	77	71	64	58	51	70,71
АОҚСФ-уз., ЮТК-ул., спектр 2 чўққиси	λ_2	116	107	99	92	83	75	67	91,29
АОҚСФ-уз., ЮТК-ул., спектр 3 чўққиси	λ_3	74	68	62	57	51	45	39	56,57
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ опт. созланган спектр 1 чўққиси	λ_1	119	109	100	93	86	79	73	94,14
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ опт. созланган спектр 2 чўққиси	λ_2	110	100	91	86	81	75	69	87,43
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ опт. созланган спектр 3 чўққиси	λ_3	113	104	95	90	84	78	72	90,86
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ ноопт. созланган спектр 1 чўққиси	λ_1	118	109	100	95	89	83	77	95,85
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ ноопт. созланган спектр 2 чўққиси	λ_2	17	15	14	13	11	9	6	12,14
АОҚСФ-ул., ЮТК-ул., АОҚСФ ноопт. созланган спектр 3 чўққиси	λ_3	80	73	65	59	51	42	35	57,86

Изоҳ: $\lambda_1=1520\dots1521$ нм, $\lambda_2=1528\dots1529$ нм, $\lambda_3=1532\dots1533$ нм.

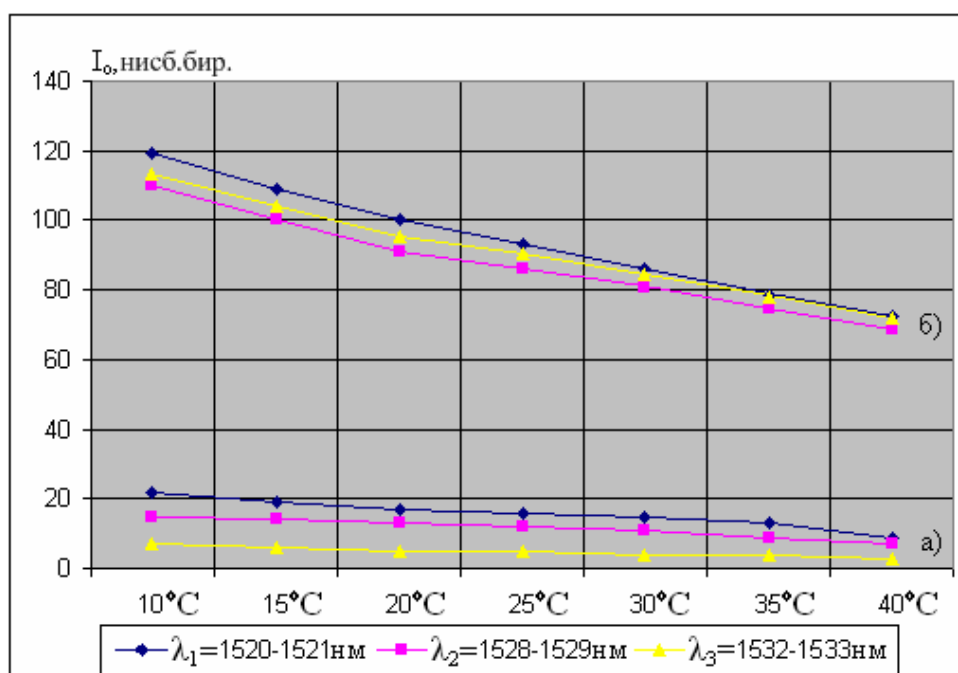
Қуюқ ҳарф билан оптимал иш режимлари ажратилган.

- 3-нчи режимда λ_1 да I_0 нурланиш интенсивлиги 73 дан 119 гача нисбий бирликларга, λ_2 да 69 дан 110 гача нисбий бирликларга, λ_3 да 72 дан 113 гача нисбий бирликларга ўзгаради;

- 4-нчи режимда λ_1 да I_0 нурланиш интенсивлиги 77 дан 118 гача нисбий бирликларга, λ_2 да 6 дан 17 гача нисбий бирликларга, λ_3 да 35 дан 80 гача нисбий бирликларга ўзгаради.

Шундай қилиб, юқорида келтирилган ўлчашлар натижалари ва нурланиш жадаллигининг максимал қийматларини олишга талаблар асосида, 3-нчи режим оптималроқ режим эканлигини хулоса қилиш мумкин.

6-расмда икки режимлар учун АОҚСФ ва ЮТК узилган ҳолатдаги (6,а-расм) ва уланган ҳолатдаги (6,б-расм) λ_1 , λ_2 , λ_3 , тўлқин узунликлари учун I_0 боғлиқликлар келтирилган.



6-расм. Учта тўлқин узунликлари учун лазернинг турли ҳароратларида комплекснинг иш режимларига боғлиқ нурланиш жадалликлари:

- а) АОҚСФ ва ЮТК узилганда комплекс чиқишидаги нурланиш жадалликлари;
- а) АОҚСФ ва ЮТК уланганда комплекс чиқишидаги нурланиш жадалликлари.

Шунингдек, бу бобда турли хил оптик ЮТКларнинг нисбий таҳлили ўтказилган; АОҚСФ ёрдамида ОТУТ ўтиш спектрал характеристикасини линеризациялаш имкониятлари кўрсатилган; лазер нурланишлари тўлқин узунликларига боғлиқ равишда САТларни қўзғатадиган частоталарни аниқлаш учун ҳисоблаш муносабатлари келтирилган; оптик сигнал спектрал ташкил этувчилари функционал схемаси ишлаб чиқилган; АОҚСФ асосидаги эквалайзер, оптик ЮТК ва ОТУТ сигнали имитаторидан иборат макетнинг тузилиш схемаси ишлаб чиқилган; макет электрон блокларининг, ярим

ўтказгичли лазер планар тўлқин ўтказгичлари ОТЎлар уйғунлаштириш тугунларининг, ЮТК ва АОҚСФларнинг тузилиш ва принципал схемалари ишлаб чиқилган; спектрал ОБАли ОТУТ ўтиш спектрал характеристикасини текислаш принципи баён этилган; спектрал ОБАли ОТУТни моделлаштириш ва ўтиш спектрал характеристикасининг линеаризациясини тажрибада (экспериментал) тадқиқ қилишга имкон берадиган макет ишлаб чиқилган

Ўтказилган тадқиқотлар асосида олинган натижалардан замонавий ОТАЛларда қўлланилиши бўйича хусусан, ОТУТ ўтиш спектрал характеристикаси контуридаги бузилишларни компенсациялаш учун бир қанча амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

ХУЛОСА

Диссертация ишида қўйилган масалаларга мувофиқ қуйидаги асосий натижалар олинган:

1. Акустооптик эффектидан фойдаланадиган фильтрларни қуришнинг физик асосларининг таҳлили, тезликли ахборотларни узатиш оптик толали тизимларида фойдаланиш учун АОҚСФлар асосий параметрлари, хусусиятлари ва характеристикаларини аниқлаш имкониятини беради.

2. ОТУТ спектрал характеристикаларининг ўлчашларини ўтказиш учун АОҚСФ ишлатилган махсуслаштирилган уникал стенд ишлаб чиқилган ва яратилган. Мазкур стендда сферик линза ишлаб чиқилган эллипс кўринишидаги линзага алмаштирилиши ҳисобига такомиллаштирилган лазер модули қўлланилган. Лазер нурланишининг киритилиши самарадорлиги 35-40 фоизлардан 70-78 фоизларгача ортди.

3. Дастлабки оптик спектрларини ўлчашларни ўтказилиши асосида оптик сигнални регенерациялаш ва ОСЗли ОТАЛ ўтиш спектрал характеристикаси контурини линеаризациялаш учун стенддан фойдаланиш имконияти ўрнатилди.

4. Махсуслаштирилган стенд асосида оптик толали элементлар спектрал характеристикаларини тадқиқ қилиш учун ўлчов комплекси ишлаб чиқилган ва ОТАЛ характеристикаларини кенг кўламдаги ўлчанишлари ўтказилган. Олинган тажриба натижалари ўлчов комплекслари таркибий қисмларининг ишлашини, уларнинг созланиш шартларига боғлиқликларини тўлиқ акс эттиради. ОТАЛлари иш режимларини танлаш ва тестлаш имкониятлари, шунингдек, реал ОТУТлар характеристикаларига эквивалент бўлган характеристикаларни олиш ва тадқиқ қилиш имкониятлари кўрсатилган.

5. Замонавий ОТУТларда олинган натижаларнинг қўлланилиши бўйича бир қанча амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

1. Хакимов З.Т., Назаров М.М. GSM тармоқларининг эволюцияси // «Ахборот коммуникация технологиялари» - аспирант, магистр ва бакалаврларнинг республика илмий - техник конференцияси маърузалар тўплами. 6-7 апрель 2004 й. - Тошкент, 2004. -Б. 117-119.
2. Тарасов М., Хакимов З., Нурмухамедов Г. Некоторые требования к лекционным курсам по техническим дисциплинам и последовательность их изложения //«Ахборот коммуникация технологиялари» - аспирант, магистр ва бакалаврларнинг республика илмий - техник конференцияси маърузалар тўплами. 22-23 апрель 2005 й.-Тошкент, 2005. -Б. 112-113.
3. Давронбеков Д.А., Хакимов З.Т. Перспективы применения фильтров на ПАВ в современных системах телекоммуникаций // Фан ва таълимда ахборот-коммуникация технологиялари. Республика илмий-амалий конференцияси маърузалар тўплами. 6-7 апрель 2006 й.-Тошкент, 2006. -Б. 37-38.-II - том.
4. Hakimov Z.T., Davronbekov D.A. Equalization of Spectral Characteristic of Optical Signals By Acousto-Optic Filters // Third IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet. The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks 2007.-Tashkent, Uzbekistan, September 26-28. 2007. Ses.-7.
5. T.D.Rajabov, A.M.Nazarov, A.A.Simonov, S.V.Pichko., Z.T.Khakimov. Implantation of Optical Materials by Rare-Eaeths Elements-Erbium // Third IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet. The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks 2007.-Tashkent, Uzbekistan, September 26-28. 2007. Ses.-6.
6. D.Kh.Mirkarimov, T.D.Rajabov, A.I.Kamardin, Z.T.Khakimov. Fabrication of Metal's Nan particles in Silicon and Sapphire by Low Energy Ion Implantation // Third IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet. The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks 2007.-Tashkent, Uzbekistan, September 26-28. 2007. Ses.-7.
7. Т.Д.Раджабов, Д.А.Давронбеков, З.Т.Хакимов. Исследования спектральных характеристик оптических сигналов ВОСП с использованием АОПФ//Инфокоммуникации: Сети-Технологии-Решения. – Ташкент, 2008. -№1(5). -С. 3-7.
8. Хакимов З.Т. Особенности АОПФ // «Ахборот-коммуникация технологиялари» - аспирант, магистр ва иқтидорли талабалар илмий - техник конференцияси маърузалар тўплами. 4-5 март 2008 й. -Тошкент, 2008.-Б. 133.
9. З.Т.Хакимов, Д.С.Ульянов. Устройства на поверхностных акустических волнах в системах и средствах связи // Труды Шестой Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов государств участников РСС «Техника и технологии связи». 9-10 апрель 2008. .-Ташкент, 2008. -С. 31-33.

10. Radjabov T.D., Davronbekov D.A., Khakimov Z.T. Development of the Stand for Researches Spectral Characteristics of the Optical Fibre // The 9th International Conference on Electronic, Information and Communication (ICEIC 2008).-Tashkent, Uzbekistan, June 24-27. 2008. -P. 410-411.
11. Т.Д.Раджабов, Д.А.Давронбеков, З.Т.Хакимов. Использование фильтров на ПАВ в радиотехнических системах // Вестник ТУИТ. - Ташкент, 2009.-№1. -С. 59-61.
12. Т.Д.Раджабов, Д.А.Давронбеков, З.Т.Хакимов. Оптимизации спектральных характеристик ВОЛС // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2009. -№2. -С. 62-65.
13. З.Т. Хакимов. Систематизирование и анализ акустооптических перестраиваемых фильтров// «Фан ва таълимда ахборот-коммуникация технологиялари» - докторант, аспирант, тадқиқотчилар, магистрант ва иқтидорли талабаларнинг Республика илмий-техник конференцияси мақолалар тўплами. 25-26 март 2010 й.- Тошкент, 2010.-Б. 33-37.
14. Б.Э. Абдурахмонов, З.Т. Хакимов. Уяли алоқада оптик толали алоқа линиясини қўланиши// «Фан ва таълимда ахборот-коммуникация технологиялари» - докторант, аспирант, тадқиқотчилар, магистрант ва иқтидорли талабаларнинг Республика илмий-техник конференцияси мақолалар тўплами. 25-26 март 2010 й. - Тошкент, 2010. -Б. 40-42.
15. Раджабов Т.Д., Назаров А.М., Давронбеков Д.А., Симонов А.А., Хакимов З.Т., Пичко С.В. Устройство для диагностики и оптимизации спектральных характеристик оптоволоконных систем передачи информации № IAP20090142.// Государственное патентное ведомство Республики Узбекистан «ОФИЦИАЛЬНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ» - Ташкент. 2010. -№4(108) -С. 19-20.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор **Хакимов Зафар Тўлаганович**нинг 05.12.04 - «Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари ва қурилмалари» ихтисослиги бўйича «Ахборотларни оптик толали узатиш тизимларида АОҚСФдан фойдаланиб спектрал характеристикаларини яхшилаш услубларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: Ахборотларни оптик толали узатиш тизимлари (ОТУТ), оптик тола, сирт акустик тўлқин (САТ), акустооптик қайта соналандирган филтър (АОҚСФ), югурувчи тўлқин кучайтиргичи, спектрал характеристика, частота ва спектр модуляцияси, ярим ўтказгичли лазер, спектрал зичлаштириш.

Тадқиқот объектлари: ОТУТ, оптик толали алоқа линияларнинг (ОТАЛ) оптик боғламалари ва элементлари уларнинг ишчи параметрлари.

Ишнинг мақсади: АОҚСФлар ёрдамида оптик сигналларни спектрал характеристикаларини ва жадаллигини кучайтириш учун регенерация услубларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш.

Тадқиқот методлари: АОҚСФ асосидаги стенддан ва югурма тўлқин кучайтиргичидан (ЮТК) фойдаланиб, ОТУТ спектрал характеристикаларини комплекс тадқиқ қилиш. Шунингдек, олинган ОТАЛ характеристикаларини тадқиқ қилишнинг таҳлил қилиш, синтезлаш, индукция, дедукция ва қайта ишлаш услубларидан фойдаланилган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ахборотларни узатиш оптик толали тизимларининг спектрал характеристикаларини линеаризациялаш, филтърлаш ва нурланиш интенсивлигини ошириш учун акустооптик самаралардан фойдаланишнинг илмий асослари ўрнатилган. Акустооптик филтърлардан фойдаланиш асосида ОТУТлар спектрал характеристикаларини яхшилаш услублари ишлаб чиқилган. Реал тезликли ахборотлар узатишнинг оптик толали тизимларида кечадиган жараёнларни имитациялаш ва ОТАЛ параметрларини тадқиқ қилиш учун АОҚСФ асосида ўлчов станди ва комплекси ишлаб чиқилган.

Амалий аҳамияти: ОТУТ ўтиш спектрал характеристикаси контуридаги бузилишларни компенсациялаш учун олинган натижаларнинг қўлланилиши бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган стенд ва ўлчов комплекси ОТАЛларнинг элементлари ва тугунларининг спектрал характеристикаларини тадқиқ қилиш ва оптимал иш режимларини танлаш учун тавсия қилинган.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги. Диссертация ишининг натижалари ЎзАААга тегишли телекоммуникация корхоналарига ва ТАТУ ўқув жараёнига жорий этилиши учун юборилган.

Қўлланилиш (фойдаланиш) соҳаси. ОТУТда спектрал характеристикаларни яхшилаш ҳамда ОТАЛларнинг элементлари ва тугунларини тестлаш учун қўлланилади.

Р Е З Ю М Е

диссертации Хакимова Зафара Тулягановича на тему: «Исследования и разработка методов улучшения спектральных характеристик волоконно-оптических систем передачи информации с использованием АОПФ» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04-Системы и устройства радиотехники, радионавигации, радиолокации и телевидения

Ключевые слова: Волоконно-оптические системы передачи информации (ВОСП), оптоволокно, поверхностно-акустическая волна, акустооптический перестраиваемый фильтр (АОПФ), усилитель бегущей волны, спектральная характеристика, частота и спектр модуляции, полупроводниковый лазер, спектральное уплотнение.

Объекты исследования: ВОСП, оптические узлы и элементы волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), их рабочие параметры.

Цель работы: Исследование и разработка методов регенерации оптических сигналов для восстановления их спектральных характеристик и усиления интенсивности с помощью АОПФ.

Методы исследований: Комплексные исследования спектральных характеристик ВОСП с использованием стенда на основе АОПФ, применение усилителя бегущей волны (УБВ) для оптимизации параметров АОПФ. Были также использованы методы анализа, синтеза, индукции, дедукции и статистической обработки полученных экспериментальных результатов исследования характеристик ВОЛС.

Полученные результаты и их новизна: Установлены научные основы использования акустооптических эффектов для фильтрации, линеаризации и повышения интенсивности излучения волоконно-оптических систем передачи информации. Методика улучшения спектральных характеристик ВОСП на основе использования акустооптических фильтров. Разработаны измерительный стенд и комплекс на основе АОПФ для исследований параметров ВОЛС и имитации явлений, происходящих в реальных скоростных волоконно-оптических системах передачи информации.

Практическая значимость: Разработаны практические рекомендации по применению полученных результатов для компенсации искажений контура проходной спектральной характеристики ВОСП. Разработанные стенд и измерительный комплекс рекомендованы для исследований спектральных характеристик элементов и узлов ВОЛС и подбора оптимальных режимов работы.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Результаты работы переданы для внедрения на предприятиях УзАСИ, в телекоммуникационных компаниях и в учебном процессе ТУИТ.

Область применения: В ВОСП для улучшения спектральных характеристик и для тестирования элементов и узлов ВОЛС.

RESUME

Thesis of Khakimov Zafar on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical on specialty 05.12.04- «Systems and devices of radio-engineering, radio navigation, radiolocation and television» subject: «Researches and development of methods of improvement of spectral characteristics of fiber-optical systems of transfer of the information with use AOTF»

Key words: Fiber-optical systems of transfer (FOST), an optical fiber, superficial - acoustic wave , acousto-optic tunable filter (AOTF), amplifier of a running wave, a spectral characteristics, frequency and spectrum of modulation, the semi-conductor laser, spectral condensation.

Subjects of research: Fiber-optical systems of transfer of the information, optical units and elements of fiber-optical communication lines (FOCL).

Purpose of work: Research and development of methods of regeneration of optical signals for restoration of their spectral characteristics and strengthenings of intensity by means of AOTF.

Methods of research: Methods of improvement of spectral characteristics FOST, linearization their through passage characteristics with use of filters AORF, testing of separate devices and units FOCL, experimental definition of sizes of distortions of spectral characteristics, statistical processing of experimental results.

The results obtained and their novelty: Basic bases of use akusto optical effects for research of spectral characteristics of fiber-optical systems of transfer of the information are established. The technique of optimization of spectral characteristics FOST on the basis of use acoustic optical filters is created. The functional structure of the measuring stand and a complex is developed for researches of parameters FOCL and imitation of the phenomena occuring in real high-speed fiber-optical systems of transfer of the information. The model of the optical radiation approached on the spectral structure to radiation in FOST is created.

Practical value: On application of the received results practical recommendations are developed for indemnification of distortions of a contour of through passage spectral characteristics FOST. Developed the stand and a measuring complex are recommended for researches of spectral characteristics of elements and units FOCL and selection of optimum operating modes.

Degree of embed and economic effectivity: Results of work are given for introduction in enterprises of the UzACI, in the telecommunication companies and in educational process of the TUIT.

Field of application: In FOST for improvement of spectral characteristics and for testing elements and units FOCL.