

Юсупова Гульбахар Мадреймовнаның

6D071900– «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін дайындалған «Телекоммуникациялық жүйелерде пайдалану үшін талшықтық-оптикалық торды (немесе Брегг сүзгілері) өңдеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмыстың

АНДАТПАСЫ

Жұмыстың өзектілігі. Мемлекеттік бағдарламаның «Ақпараттық Қазақстан - 2020» негізгі міндеттері мыналар болып табылады: қоғамның әлеуметтік-экономикалық және мәдени дамуы үшін қол жетімді инновациялық және ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылым мен ақпараттық ортаны құру. Бүкіл әлем бойынша интернетке жоғары жылдамдықта қатынауды, төртінші буынды мобильді дамуын (4G) және электрондық қызметтерді енгізуді қамтамасыз ету сияқты стратегиялық міндеттер қамтылған.

Тиісінше, өзара байланысқан ақпараттық, компьютерлік және телекоммуникациялық технологиялар кешенінің сенімді және сапалы жұмысын қамтамасыз ету қажет. Телекоммуникацияның орта және алыс қашықтығына мәліметтерді жеткізудің заманауи негізгі ортасы оптикалық талшық болып табылады. Таратудың өзіндік бірегей қасиеттерінің, бөгетке және қорғауға төзімділігінің, сондай-ақ салыстырмалы қолжетімді бағасының арқасында, ескіруге өте жақсы беріктігі мен төзімділігі сияқты қасиеттеріне байланысты, ол өмірдің көптеген салаларда қолданылады. Дегенмен, оптикалық талшық арқылы тез және шығынсыз деректерді алмастыруда бірқатар қиындықтарға тап болады. Оларға жататындар: өшу, сіңу, сызықты және бейсызықты шашырау және дисперсияға жататын талшықты өткізу жолағын ұлғайту мүмкіндігін шектеу.

Оптикалық талшықты пайдалану сипаттамасының мәселелеріне және оларды жақсартуға елеулі үлес қосқан зерттеушілер бар, олар: Лемэр, Аткинса және Мизрахи, Варжель С. В., Васильев С. А., Колдунов М. Ф., Войцех В., Ероньян М. А., Яворский М., Кисала П., Кнайп Х. және Маргулис В., Фокайн М., Пауль Ж., Шермин А. Шер-Хана и Мэриленд. С. Ислам, Якубова М.З. және т.б.

Алайда, телекоммуникациялық жүйелерде қолданылатын Брегг талшықтары торларының жобалау ерекшеліктерімен тікелей байланысты, олардың сипаттамаларының ықтимал шегіне жетпегендігі және аяғына дейін шешілмегендігі белгілі болып отыр.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, талшықты Брегг тор негізінде таратудың қозғалысы мен орта қасиеттерінің принциптерін ескере отырып, оптикалық сигналды басқару арқылы тарату мен коммутация мүмкіндіктерін жақсарту және арттыруға арналған осы жұмыстың тақырыбы өзекті болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Оптоталшықтағы Брегг торының тарату режимдердері мен құрылымдық қасиеттерін зерттеу және оңтайландыру негізінде оптоталшықтық телекоммуникациялық жүйелердің эксплуатациялық сипаттамаларын арттыру.

Міндеттері:

1. Телекоммуникациялық жүйелерде қолданылатын Брегг оптоталшықты торының режимдері мен құрылымдық ерекшеліктеріне қатысты талшықты-оптикалық желілерде бөгеуілдер мен бұрмаланулардың пайда болу себептерін және де оларды компенсациялау тәсілдерін келтіру және талдау;

2. Оптоталшықты Брегг торының математикалық моделін негіздеп, талшықты-оптикалық Брегг торында дисперсияның компенсациялануын визуалдауға арналған модельдеу әдісін ұсыну қажет;

3. Тұрғызылған моделді қолдана отырып имитациялық моделдеу негізінде Брегг торының тарату қабілетінің оңтайлы режимдерін анықтау;

4. Жылу арқылы басқару негізінде талшықты брегг торының коммутациялау жылдамдығын арттыратын құрылымдық әдісті жетілдіру

Зерттеу пәні, Брегг торының құрылымдық қасиеттерімен байланысты болатын, қолданыстағы сипаттамалар болып табылады.

Зерттеу әдістері.

Зерттеу барысында сигналдар теориясының классикалық және арнайы әдістері пайдалануы. ТОБЖ -да жарық сигналдарын тарату үдерістерін бақылау және үлгілеу. Тәжірибе жүргізу және жұмыс барысында алынған тәжірибелік мәліметтердің, теориялық нәтижелердің математикалық өңделуі Matlab ортасында жүзеге асырылады.

Диссертациялық жұмыстың мәні – талшықты Брегг торларының спектрлік сипаттамаларын зерттеу және оңтайландыру.

Қорғауға шығарылатын зерттеудің ғылыми жаңалығы және негізгі ережелері.

Бұл жұмыста:

- дисперсия өтемін қамтамасыз ететін, тиісті тор параметрлерінің таңдауы негізінде Брегг торларын үлгілеу әдісі ұсынылған;

- талшықты Брегг торы негізінде дисперсия теңгермелерінің сипаттамаларына талшықты Брегг торларының аподизация параметрлерінің әсері табылды;

- дисперсия мен шағылысу қабілеттілігінің ең үлкен мәні үшін олардың оңтайлы режимдерінен алынған Брегг торының спектрлік сипаттамаларының әсері туралы және дифракциялық тиімділігі туралы сандық ақпарат алу үшін режимдерді үйлестіру әдістерін ғылыми дәлелденген түрде қолдану.

- олардың құрылымдық сипаттамаларын оңтайландыру негізінде талшықты Брегг тор коммутациялық жылдамдығын арттыру әдісін жетілдіру мүмкіндігін көрсетті және наносекунд ауқымы үшін қажетті мәндері алынды.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы. Диссертациялық жұмыстың ғылыми нәтижелері Қазақ катынас жолдары университетінің 5B071900–

«Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығының студенттеріне «Оптикалық талшықты байланыс желісі», «Цифрлық байланыс жүйесі» пәндері бойынша оқу-әдістемелік кешеніне енгізілген және тәжірибелік, зертханалық сабақтарды өткізуде қолданылады және оқу үрдісіне енгізілгендігі жайлы акт алынды.

Диссертациялық жұмыстан алынған ғылыми нәтижелер Люблин Техникалық Университетінің (Польша, Люблин қ.) «Оптоэлектроника және лазерлік техника» лабораториясында талшықты Брэгг торларын дайындауда және спектрлік сипаттамаларын зерттеуде қолданылысқа енгізілгені туралы акт алынды.

Жұмыс апробациясы. Диссертацияның негізгі тұжырымдары мен зерттеу нәтижелері Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институтының «Электротехника, электроника және телекоммуникациялар» және Қазақ қатынас жолдары университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедраларының ғылыми семинарларында; Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында, «Инновационное развитие транспортно-коммуникационного комплекса», Международный научно-технический конференции посвященную 75 – летию д.т.н профессора, академика Амангельды Джумагалиевича Омарова. «Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын таратуда жас ғалымдардың орны мен рөлі» атты Халықаралық Сәтбаев оқуларында (Алматы, 2015 ; Lubelskie Dni Nauki i Biznesu. Pod patronatem honorowym. Polskiego stowarzyszenia tomografii procesowej I Komitetu elektrotechniki polskiej akademii nauk. Warsztaty doktoranckie (Poland, Lublin 11–13 July 2016) баяндалған және талқыланған.

Мақалалар. Диссертациялық жұмыстың тақырыбына сәйкес 16 мақала басып шығарылған, соның ішінде 4 – ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетімен ұсынылған ғылыми басылымдарда басылып шығарылған, 4 – Scopus ақпараттық базасына енген халықаралық ғылыми журналдарда, 7 – халықаралық ғылыми конференция материалдарында басылымдарда шығарылған.

Диссертация құрылымы және көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, 98 атауды пайдаланған әдебиеттер тізімінен тұрады, 122 беті, 88 сурет және 6 кесте бар.

Кіріспеде диссертациялық жұмыстың жалпы сипаттамалары келтірілген: өзектілігі, мақсаты, зерттеу міндеттері, зерттеу нысанасы және мәні, ғылыми жаңалығы және тәжірибелік маңыздылығы, зерттеу әдістері, апробациясы және мақалалары. Диссертацияның қысқаша мазмұны мен құрылымы қарастырылған.

Бірінші бөлімде ОТБЖ-дың негізі болатын және қазіргі заманғы телекоммуникациялық жүйелерде қолданылатын талшықты-оптиканы тарататын қағидалар мен құрылымдық ерекшеліктер қарастырылған.

Талшықты-оптикалық деректердің таратылуын сипаттайтын, басты көрсеткіш болып табылатын, НА талшығының сандық аппаратурасының есептеу формуласы берілген. Ол насихаттау ортасындағы жылдамдығының

айнымалысы аталған орта түріне аударудың негізгі кедергісі болып табылады деп көрсетілген.

Тарату уақытының түрлі режимдерін жою әрекеттері, ақпарат кодаланған, таратылатын жарық импульстарін бұрмалайтын болады.

Нәтижесінде, бұл импульстердің қабаттасуына әкелуі мүмкін, ол таратылатын сигналдың логикасының өзгеруіне алып келеді, яғни оптикалық талшықтардағы эффектiлерге ол модальды дисперсия деп аталған өзгеріске әкеледі.

Модальды дисперсияның әсерін азайтуға талшықты градиент енгізіледі, негізгі сыну индексі үшін талшықты осітен қашықтықты азайтады, онда өте жұқа өзегі бар оптикалық талшық үшін ең жақсы нәтижелер алынған.

Сондай-ақ бөлімде, қойылған мақсатқа жету үшін, талшықты дисперсия мәселесіне ерекше назар аудара отырып, оптикалық талшықтардың жарыққа таралуының негізгі шектеулері сипатталады. Жүргізілген талдаулар негізінде диссертациялық зерттеудің мақсаты мен міндеттері тұжырымдалды.

Екінші бөлімде таңдалған дисперсия өтемінің әдістерін талдауға арналған. Талшықты-оптикалық желілердегі сигналдарды таратудың көп бұрмалануына және қиындықтарына жүйелі түрде зерттеулер жүргізілді және хроматикалық дисперсия әсерін жоюдың негізгі жолы Брэгг торлы деп аталатын, талшықты дисперсия және сүзгі жиілігі өзгертілген сипаттамалары бар арнаулы жобалық пайдалану болып табылады. Тордың толқын ұзындығы және ұзындық функциясы ретінде тордың шағылу қасиеттерінің аналитикалық сипаттамасымен бірге Брэгг оптикалық талшықты торлардың қасиеттері және жұмыс істеу принципі көрсетілген.

Бөлімде, сондай-ақ екі Брэгг талшықты-оптикалық тормен үлгілеуге арналған оптикалық талшықты өзегінде толқынды тарату үшін тордың екі есептеуіш жолағын енгізетін модс байланысты теориясының матрица әдісі сипатталған.

MATLAB әзірлемесіндегі Брэгг торларының үлгісі болып табылатын L ұзындығы бойымен мерзімді тербелісі бар бірыңғай торлар үшін таралатын электр өріс амплитудасының арасындағы қарым-қатынасты сипаттайтын $T_{2 \times 2}$ көшу матрицасы көрсетілген. (MMT) аударым матрицасының әдісін пайдалану арқылы торлы ұзындық және талшықты өзегінің сыну көрсеткішінің жергілікті өзгерістерінің Брэгг торларының спектрлік шағылысу қасиеттерінің сипаттамаларына тәуелділігі көрсетілген.

Үшінші бөлімде дифракциялық тиімділігі туралы сандық ақпарат алу және оның брэгг торларының спектрлік сипаттамалары әсері үшін режимдердің үйлесімділік әдісі қолданылған. Брэгг торларының талшық құрылымында жарық таралуының математикалық талдау нәтижелері импульс уақытының бақылау мәндерінің кеңейту мүмкіндігін анық көрсетеді.

Нәтижелер, талшықты Брэгг торларының аподизациясының тиісті параметрлерін таңдау арқылы талшықты-оптикалық желінің дисперсиялық

кабығын дәл бақылауға болатынын көрсетеді. Есеп айырысулар және MATLAB-ға салынған желілер модельдері Брэгг торларының көмегімен хроматикалық дисперсия өтемінің әдістерін талдау үшін пайдаланылды.

Бұл дегеніміз брэгг торларын белгілі бір жағдайларда құрған кезде, желі орналасқан оптикалық талшық арқылы өткеннен кейін импульс кеңейту уақытын бақылауға болатыны дәлелденді.

Сонымен қатар, торлар үшін ең қолайлы параметрлер мен аподизация профилінің оңтайлы параметрін орнату, гаусс профиліне қарағанда аподизирленген синустық профилі мен брэгг дифракциялық торлардың өтемінің қасиеттерін жақсартатыны көрсетілген.

Төртінші бөлімде жарық өткізгішінде таратылатын электрмен басқарылатын жарықтың мүмкіндігі бар талшықтың арнайы құрылымына арналған. Брэгг торлары, мұндай талшықтарда жазылған, кристалдағы қуыс бағытына параллель және перпендикуляр поляризация кезінде жарық пен сыналатын кристаллдың сынуын қадағалап отыратын тамаша құрал болып табылады.

Бұл тарауда, қосымша тесіктері бар ішкі электродтардың талшықтарында жазылған ұзындығы 4-см екі аподизирленген Брэгг торы Хемминг зерттелген, металл электродтардың матрицасының квази жылдам кеңейтуін туғызатын токтың наносекундты жоғары импульсі сипатталады.

Талшықтың екі сәуле сынуының ұлғаюы және сыналатын торда жауап беру уақытын -29 нс қол жеткізе отырып, талшықтардың толық іске қосуы-өшірілуі және өшіріп-қосу коммутациясы көрсетілген. Көрсетілген ұлғайтға қол жеткізу үшін Эксперименттік нәтижелерді растайдтын сандық үлгелеу жүргізілді. Сондай-ақ, қозу кристаллының электр импульстарынсыз кристалл торларының сипаттамаларына тәуелділік температурасы алынған.

Қорытындыда диссертациялық жұмыс бойынша негізгі тұжырымдамалар мен нәтижелер көрсетілген.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 18 ғылыми жұмыстар жарияланды:

1. Юсупова Г.М. «Соединение оптических волокон в тракт передачи кабеля» журнал КУПС «Промышленный транспорт », Алматы, 2014г.

№2, стр. 70.

2. Юсупова Г.М. «Качества и дальность систем телекоммуникации компьютерных сетей по ВОЛС» журнал КУПС «Промышленный транспорт», Алматы, 2014 г. №1, стр. 71.

3. Юсупова Г.М. «Коммутация жүйелері» оқу құралы, Алматы, 2014 ж.

4. Юсупова Г.М. «Абоненттік қатынаудың мультисервистік желілері» оқу құралы, Алматы 2014 ж.

5. Юсупова Г.М., Кемельбеков Б.Ж., Туребекова А.Ж. «Обработка результатов рефлектометрических измерений ВОЛС на персональном компьютере» журнал КУПС «Промышленный транспорт Казахстана» Алматы, 2015 г. №2

6. Юсупова Г.М., Кемельбеков Б.Ж., Туребекова А.Ж «Экспериментальные исследования и математическое моделирование

эффектов рассеивания и отражения в оптическом кабеле» журнал КУПС «Промышленный транспорт Казахстана» Алматы, 2015 г. №2

7. Юсупова Г.М., Кемельбеков Б.Ж., Т, Тілеу А. «Экспериментальные исследования влияния деформаций на пропускание волокна и волоконного разветвителя» журнал КУПС «Промышленный транспорт Казахстана» Алматы, 2016 г. №1№1, стр 107-111.

8. Юсупова Г.М., Балгабекова Л.О., Садигова Г.С. «Анализ вероятностных характеристик сетевого трафика» статья Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора технических наук, профессора, академика Инженерной академии Республики Казахстан, Международной академии транспорта, Международной академии информатизации Муратова А.М. «Индустриально-инновационное развитие транспортно-коммуникационного комплекса» Алматы, 2014 г.

9. Юсупова Г.М., Касымов А.О., Кусамбаева Н.Ш. «Анализ задач по оценке ЭМС при проектировании беспроводных локальных сетей» статья Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора технических наук, профессора, академика Инженерной академии Республики Казахстан, Международной академии транспорта, Международной академии информатизации Муратова А.М. «Индустриально-инновационное развитие транспортно-коммуникационного комплекса» Алматы, 2014 г.

10. Юсупова Г.М., Утепбергенов И.Т., Касимов А.О., Кусамбаева Н.Ш. «Влияние на надежность растягивающих фантеров при эксплуатации ВОК.». Научно-технический конференции «Сатпаевские чтения» Алматы КазНТУ им. К.Сатпаева, 2015 г.

11. Piotr Kisala, Waldemar Wojcik., Yussupova G. « Tworzenie chirpu stefowego w FBR jako sposob na uzyskanie z funkcyjności czujnika». Международный научно-технический конференции посвященную 75 – летию д.т.н профессора, академика Амангельды Джумагалиевича Омарова. Алматы, 2016, 133-136 стр.

12. Юсупова Г.М., Дараев А.М., Наутиева Ж.И. «Оптимизация переходных процессов электропривода солнечной фотоэлектрической станции». Международный научно-технический конференции посвященную 75 – летию д.т.н профессора, академика Амангельды Джумагалиевича Омарова. Алматы, 2016, стр.125-127.

13. Waldemar Wojcik, Piotr Kisala, Nazym Kussambayeva, Gulzhan Kashaganova, Damian Harasim, Yussupova G. Analysis of the Possibilities for Using a Uniform Bragg Grating in a Tunable Dispersion Compensator. (Scopus) Intl journal of electronics and telecommunications, 2015, Vol. 61, No. 4, pp. 381-387. Manuscript received October 15, 2015 revised December, 2015. Doi: 10.2478/eletel-2015-50.

14. Ronald Rovira, Marcia M. Bayas, Sergii V.Pavlov, Tatiana I. Kozlovskaya, Piotr Kisala, Ryszard S. Romaniuk. Yussupova G. Application of a modified evolutionary algorithm for the optimization of data acquisition to improve the accuracy of a video-polarimetric system. (Scopus) Proceeding of spie

– the international society for optical engineering, 2015 Vol. 9816, optical fibers and their applications 2015, 981619 (22-25 September 2015); doi: 10.1117/12.2229087.

15. Andres J. Utreras, Hennadii L. Licenko, Piotr Kisala, Ryszard S. Romaniuk. Yussupova G. Optical switching technologies: problems and proposed solution Proceeding of spie – the international society for optical engineering, 2015Vol. 9816., optical fibers and their applications 2015, 98161D.

16. Oleg V. Bisikalo, Slawomir Cieszczyk., Yussupova G Solving problems on base of concepts formalization of language image and figurative meaning of the natural-language constructs. Proceeding of spie – the international society for optical engineering, 2015Vol. 9816, optical fibers and their applications 2015, 98161U.

17. Domian Harasim., Yussupova G. Improvement of FBG peak wavelength demodulation using digital signal processing algorithms. From Conference Volume 9662 Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2015Wilga, Poland | May 25, 2015

18. Toigozhinova A.,Yussupova G. Mathematical modeling of processes in the zone of corona discharge ionization. Lubelskie Dni Nauki i Biznesu. Pod patronatem honorowym. Polskiego stowarzyszenia tomografii procesowej I Komitetu elektrotechniki polskiej akademii nauk. Warsztaty doktoranckie. WD2016. Science conference. Lublin. 11 – 13 Czerwca 2016. p.219-220.