

**6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникациялар мамандығы бойынша PhD философия докторы дәрежесін алу үшін дайындалған Жетписбаева Айнур Турсынкановнаның «Бір модальды оптикалық талшықта 1310 нм және 1550 нм толқын ұзындықтарында Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауын зерттеу» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына ресми пікір берушінің**

## **СЫН-ПІКІРІ**

**1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми, мемлекеттік бағдарламамен байланысы (тәжірибелік және ғылым мен техника дамуының сұранысы)**

Алыс қашықтықтағы байланыс жолдарында ақпаратты таратудың жылдамдығын жоғарлатуға, регенерациялық аймақтың ұзындығын өсіру және тарату сенімділігін арттыру мәселелеріне аса көңіл бөлінетіні белгілі.

Бұған дейін талшықты-оптикалық байланыс желісіндегі басты мәселе қашықтықты оптикалық жоғалтулар және талшықты – оптикалық дисперсия (сызықты ауытқу) болса, қазіргі кездегі басты мәселе сызықтық емес әсерлер болып тұр, әсіресе ол жоғары цифрлы ақпаратты тарату кезінде DWDM (толқынды мультиплексорлау жүйесі) жүйесінде айқын көрінеді.

Оптикалық талшықта пайда болатын сызықтық емес әсерлер белгілі бір уақыт бірлігінде бір талшық бойымен өтетін ақпарат көлемін фундаментальды шектейтін құбылыс. Оптикалық талшық бойындағы бейсызық құбылыстарды зерттеу бағытында Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауы (МБЕШ) эффектісінің басқа бейсызық құбылыстардан ерекшелігі мен пайда болу шарттарына қатысты ғылыми еңбектерге шолу жасалған. МБЕШ эффектісін басқа бейсызық құбылыстардан айырып алу үшін қажетті алғышарттар қарастырылған. Раман шашырауы мен Рэлей шашырауынан алдын ала қандай тәсілдердің көмегімен құтылудың есептеулері қарастырылған. МБЕШ эффектісін сипаттайтын негізгі сипаттамалардың ерекшеліктері қарастырылып, Байланысқан модальды әдісіндегі параметрлердің МБЕШ эффектісіндегі өзгерістерді анықтау ерекшеліктері қарастырылды. МБЕШ деңгейінің шамадан жоғарлауынан кейін толқын қуаты шамасының арту процесі байқалады. МБЕШ деңгейінің 10 км желі ұзындығында типті мәні 6...10 dBm. құрайды. Бұл мәннен жоғары болған жағдайда енгізілген оптикалық қуат деңгейіне байланысты оптикалық талшықта едәуір жоғалтулар байқалады.

Жоғарыдағы айтылғандарды ескере отырып диссертация тақырыбы «Бір модальды оптикалық талшықта 1310 нм және 1550 нм толқын ұзындықтарында Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауын зерттеу» өзекті болып табылады.

## **2. Диссертацияларға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері («Ғылыми дәрежелерді беру ережесінің» т.т. 2,5,6)**

Берілген диссертациялық жұмыс кіріспе, төрт тараудан, қорытындыдан және қосымшалардан тұрады.

Кіріспеде ізденуші жұмыстың өзектілігін ашып, зерттеліп отырған тақырыптың негізгі мәселелерін нақтылаған. Жұмыстың идеясы, өзектілігі, жұмыстың мақсаты және тәжірибелік құндылығы нақты белгіленген.

Бірінші тарауда МБЕШ эффектісі зерттелген ғылыми еңбектерге, оның ішінде бір модальды оптикалық талшықтардағы екі сәуленің бір-бірімен әсерлесуі нәтижесінде орындалатын МБЕШ эффектісін зерттеген ғылыми әдебиеттерге шолу жасалынған. Мұндай еңбектерге шолу жасаудың мақсаты қарастырылатын жұмыстың қайталанбағандығын анықтау және жұмыстың жаңашылдығын бекіту болып табылады.

Екінші тарауда бір модальды оптикалық талшықтағы МБЕШ табалдырық қуатын анықтауға және жоғарлатуға арналған әдістер қарастырылды. МБЕШ табалдырығын анықтау және оның мәнін жоғарылату әдістерінде жіберілген сәуле спектрі енінің шамасының өзгеруі фазалық модуляция жиілігіне тәуелділігі зерттелді.

Үшінші тарауда МБЕШ эффектісін зерттеуге арналған ғылыми-тәжірибелік зерттеулер жүргізуге, тәжірибелік құралдардың сипаттамаларына түсіндірмелер келтірілген. Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері бойынша графиктер тұрғызылып, салыстырмалы талдау жасалған.

Төртінші тарауда тәжірибелік өлшеулерден алынған нәтижелердің теорияға сәйкестігін дәлелдеу және аналитикалық түсіндірме беру үшін нәтижелерді тікелей өздеу арқылы интерпретациялау жүргізілген. Тәжірибелік зерттеулерден алынған негізгі нәтиже – 1310 нм мен 1550 нм толқын ұзындықтарын бірлестірін талшық бойымен жіберген кезде МБЕШ эффектісінің төмендеу фактісін түсіндіру мақсатында жасалған математикалық модель түрлерін іздестіру және компьютерлік моделін Матлаб платформасында өздеу жұмыстары қарастырылған.

Қорытындыда диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері және диссертациялық зерттеулердің тәжірибелік қолдануы жөніндегі ақпараттар берілген.

## **3. Ізденушінің диссертацияда келтірілген әрбір нәтижесінің, түйіндемесінің және қорытындыларының түсініктемелік және дәлділік дәрежесі**

Зерттеушінің диссертациялық жұмысы бойынша алынған әрбір ғылыми зерттеу нәтижелері теориялық тұрғыдан негізделіп, тәжірибелік эксперимент жүргізу арқылы және оны математикалық модуль құру негізінде салыстыру арқылы, практикалық құндылығы дәлелденген.

#### **4. Ізденушінің диссертациялық жұмыста тұжырымдалған әрбір нәтижесінің, түйіндемесінің және қорытындыларының жаңалығының дәрежесі**

1. Бір модальды оптикалық талшықтарда 1310 нм және 1550 нм толқын ұзындықтарындағы оптикалық сәулелерді бір бағытта таратылып, кері шағылған стокастық сәулелердің кемуін байқау арқылы МБЕШ әсерін зерттелген.

2. Терезе мөлдірлігіне сәйкес келетін толқын ұзындықтарындағы әрқайсысын жекелей және бірлесіп жіберілген сигналдардың модуляция жиіліктерінің өзгерісіне кері шағылған және өткен сәулелердің энергияларының тәуелділік заңдылықтары анықтады.

3. Тәжірибелік нәтижелер бойынша МБЕШ әсерінің төмендеуі байқалып, осы эффектіге математикалық модельдеу арқылы салыстырулар жүргізілді.

4. Тәжірибелік өлшеулердегі әр толқынның жекелей қарастырғандағы бейсызықтық үдеріс басталған нүктелеріндегі мәндері Г.Агравал ұсынған математикалық модельмен тексергенде дұрыс нәтижелер алды.

#### **5. Алынған нәтижелердің ішкі бірлігін бағалау**

Берілген диссертациялық жұмыстың бөлімдері бір-бірімен өзара тығыз байланыста қарастырылған. Әрбір қарастырылып отырған бөлімнің соңында қорытынды тұжырымдарда зерттеушінің ғылыми мақалаларына сілтеме көрсетілген және келесі бөлімге үлесімді логикалық өту жолдары нақты көрсетілген.

Диссертациялық жұмыстағы материал логикалық тұрғыдан жүйелі берілген, зерттеу әдістері мен нәтижелері, қорытындылары мен ғылыми түйіндері толық аяқталған және аталған жұмыс квалификациялық еңбек екендігін дәлелдейді.

#### **6. Ізденушімен алынған нәтижелерінің актуалды мәселелер, теориялық және тәжірибелік мәселелерді шешуге бағыттылығы**

Зерттеудің теориялық және тәжірибелік маңызы өте жоғары. Ғылыми нәтижелер талшықты-оптикалық байланыс желісін құруда қолданысқа ие және магистралды желілердегі пайдалы сигналдарды өткізу қабілетін арттыру үшін өте пайдалы.

#### **7. Негізгі ережелері, нәтижелері мен қорытындылары жарияланған басылымдарының толықтылығының жеткіліктілігін растау (п.7 ғылыми дәрежелерін беру ережелеріне сәйкес)**

Берілген диссертациялық жұмысты орындау барысында 13 баспа жұмыстары жарияланған, оның ішінде:

- 4- ҚР БЖҒМ ғылыми баспаларда,
- 1 - Scopus базасына кіретін журнал,
- 1- Thomson Reuters базасына кіретін журнал,
- 8- Халықаралық конференцияларда баяндалған.

Автор басылымдарда диссертацияның негізгі ержелерін, нәтижелерін, қорытындыларын толық баяндаған, сонымен қатар олардың саны мен құрамы ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетінің талаптарына сай.

## 8. Андатпаның диссертациялық жұмыс бойынша сәйкестігі

Диссертациялық жұмыс бойынша андатпа диссертацияға толығымен сәкес келеді.

## 9. Диссертация мазмұны және дайындығы бойынша кемшіліктері

1. Бұл жұмыста өлшеу жүргізу кезінде басқа толықын ұзындықтарында шағылу көздері бар жағдайлар қарастырылмаған.

2. Жүргізілген тәжірибелік зерттеуер барысында шығу сигналына спектралды анализы жасалмаған.

3. Жұмыста теория және зерттеулер нәтижелерін Пирсон критерилеріне сәйкес тексеру нәтижелері жоқ.

Жоғарыда атлған кемшіліктер зерттеулердің сапасын төмендетпейді және басты теориялық және тәжірибелік нәтижелереге әсерін тигізбейді.

## 10. Диссертацияның «Ғылыми дәрежелер беру ережелерінде» қойылған талаптарға сай келуі

Ізденушінің «Бір модальды оптикалық талшықта 1310 нм және 1550 нм толқын ұзындықтарында Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауын зерттеу» тақырыбы бойынша жазылған диссертацияда көрсетілген кемшіліктері мен ескертулерге қарамастан аяқталған ғылыми зерттеу жұмыс екендігін көрсетеді, нәтижелері күмәнсіз дұрыс, алынған нәтижелер бойынша қылыми-тәжірибелік конференцияларда баяндалып, жарияланған және өндіріске ендіру жөніндегі актісімен негізделген.

Қорытындылай келе Жетписбаева Айнур Турсынкановнаның «Бір модальды оптикалық талшықта 1310 нм және 1550 нм толқын ұзындықтарында Мандельштам-Бриллюэн еріксіз шашырауын зерттеу» атты диссертациялық жұмысы 6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация мамандығы бойынша PhD философия докторы ғылыми дәрежесін алуға қойылған диссертациялық жұмыстың талаптарына сай және автор осы саланың ғылыми дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.



*M.Z. Yakubova* — М.З. Якубова