

## **КЕРВЕНЕВ ҚАБЫЛҒАЗЫ ЕРЖЕПҰЛЫНЫҢ**

### **«БАСЫМ АРАЛАС ТЕГІСТІГІ БАР НИКОЛЬСКИЙ-БЕСОВ КЕҢІСТІГІНІҢ ЕНУЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСЫМШАЛАРЫ»**

#### **8D05401-Математика білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындаған диссертациясының АННОТАЦИЯСЫ**

**Тақырыптың өзектілігі.** Ену теоремалары, іздер және жалғастырулар туралы теоремалар математиканың әртүрлі салаларында және оның қосымшаларында, соның ішінде жуықтау теориясы, математикалық физиканың шекаралық есептер теориясы, сандық әдістер және басқа бағыттарда маңызды зерттеу құралы болып табылады.

Дифференциалданатын функциялар кеңістігін ену теориясы С.Л. Соболевтің еңбегінен бастау алады. Бұл теория әртүрлі метрикалардағы функциялардың дифференциалдық (тегістік) қасиеттері арасындағы негізгі байланыстар мен қатынастарды зерттейді. Оның әрі қарай дамуы жаңа функционалдық кеңістіктердің зерттелуімен байланысты, бұл С.М. Никольский, О.В. Бесов, П.И. Лизоркин, Х. Требель және басқа да ғалымдардың еңбектерінде көрініс тапты.

1960-жылдардан бастап басым аралас туындысы бар кеңістіктерді белсенді зерттеу басталды. Бұл бағытта С.М. Никольский, А.Д. Джабраилов және Т.И. Аманов алғашқылардың бірі болып зерттеу жүргізді. Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар кеңістіктер А.П. Унинскийдің еңбектерінде жан-жақты қарастырылды. Бұл кеңістіктерге қызығушылық ұзақ уақыт бойы сақталып келді, әсіресе жуықтау теориясы есептерімен байланысты мәселелерде. Бұл бағыттың дамуына В.Н. Темляков, А.С. Романюк, Е.Д. Нурсултанов, Г.А. Акишев, Д.Б. Базарханов, Н.Т. Глеуханова, К.А. Бекмаганбетов және Е. Төлеуғазы айтарлықтай үлес қосты.

Осы диссертациялық жұмыс аталған саладағы зерттеулерді жалғастырады. Тақырыптың өзектілігі әр айнымалы бойынша әртүрлі метрикалық қасиеттері бар тегіс функциялар кеңістіктерінің (аралас метрика негізінде құрылған кеңістіктер) әлі толық зерттелмегендігімен байланысты. Бұл мәселе осындай кеңістіктерді зерттеу аппаратының салыстырмалы түрде жақында ғана дамытылуымен және оның әлі де қарқынды дамып келе жатқандығымен түсіндіріледі.

Диссертация аясында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктерінің теориясы әзірленіп, оның жуықтау теориясының есептерін зерттеуге қолданылуы көрсетіледі. Соңғы уақытта жуықтау теориясының әдістері жасанды интеллект алгоритмдерін әзірлеуде қолданылатынын ерекше атап өткен жөн.

**Жұмыстың мақсаты.** Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістігі үшін интерполяциялық қасиеттерді зерттеу, енулер теоремаларын, іздер мен жалғасу туралы теоремаларын алу. Лоренцтің

анизотропты кеңістіктерінің метрикасындағы Никольский-Бесов кластарының ортопроекциялық және тригонометриялық көлденеңдерінің ретін табу.

**Зерттеу міндеттері.** Никольский-Бесов кеңістіктерінің қасиеттерін зерттеу және осы кеңістіктерде жуықтау теориясының кейбір есептерін қарастыру. Оның ішінде қарастыралатын есептер:

Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістігі үшін интерполяциялық кеңістіктерді сипаттау;

Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері және анизотропты Лоренц кеңістіктері үшін жақсартылмайтын шекті ену теоремаларын қарастыру;

Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері үшін іздер және жалғасы туралы теоремалар алу;

Анизотропты Лоренц кеңістіктер метрикасында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов класының ортопроекциялық көлденеңінің ретінің дәл бағалауын алу;

Анизотропты Лоренц кеңістіктер метрикасында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов класының тригонометриялық көлденеңінің ретінің дәл бағалауын анықтау.

**Зерттеу әдістері.** Интерполяция теориясы, тригонометриялық көпмүшелер және экспоненциалды типтегі бүтін функциялар үшін әртүрлі метрика мен өлшемдер теңсіздіктері сияқты функциялар мен функционалдық талдау теорияларының әдістері, ену теориялары және гармоникалық талдау әдістері қолданылады.

**Ғылыми жаңалық.** Жұмыста келесі жаңа ғылыми нәтижелер алынған:

1. Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістігі үшін интерполяциялық кеңістіктер сипатталған.

2. Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері және анизотропты Лоренц кеңістіктері үшін жақсартылмайтын шекті ену теоремалары алынды.

3. Басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері үшін іздер және жалғасы туралы теоремалар алынды.

4. Анизотропты Лоренц кеңістіктер метрикасында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов класының ортопроекциялық көлденеңінің ретін дәл бағалауы алынды.

5. Анизотропты Лоренц кеңістіктер метрикасында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов класының тригонометриялық көлденеңінің ретін дәл бағалауы алынды.

**Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы.** Диссертацияның бірінші бөлімінде,  $T^n$  торында берілген периодты көп айнымалылы функциялар жағдайындағы, басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері зерттеледі. Мұнда осындай кеңістіктер үшін анизотропты интерполяция әдісіне қатысты интерполяциялық теорема алынды. Қарастырылған кеңістіктер мен анизотропты Лоренц кеңістіктері үшін әр түрлі метрикалық енулердің шекті теоремалары дәлелденді, олардың

жақсартылмайтындығы көрсетілді; іздер және жалғасу туралы теоремалары дәлелденді.

Диссертацияның екінші бөлімінде  $\mathbb{R}^n$  кеңістігінде анықталған функциялар жағдайында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктері үшін бірінші бөлімге аналогиялық есептер зерттеледі. Диссертацияның үшінші бөлімінде басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов кеңістіктерінде жуықтау теорияларының екі есебі қарастырылады. Атап айтқанда, кейбір кластар мен кеңістік параметрлерінің арақатынасы үшін анизотропты Лоренц кеңістіктер метрикасында басым аралас туындысы және аралас метрикасы бар Никольский-Бесов класының ортопроекциялық және тригонометриялық көлденеңінің ретін дәл бағалауы есептелді.

**Алынған нәтижелердің жаңашылдығы мен маңыздылығы.** Диссертацияда алынған нәтижелердің барлығы жаңа. Олардың ғылыми маңыздылығы анизотропты сипаттағы функциялар теориясын одан әрі дамыту және осындай функцияларды зерттеудің жаңа аппаратын жасау болып табылады. Жұмыс теориялық фундаментальды сипатта, ал оның нәтижелері математиканың басқа бөлімдері мен оның қосымшаларында (математикалық физика теңдеулеріне арналған шеткі есептері, жуықтау теориялары мен есептеу математикасы) әртүрлі қолданыстар табады.

**Жұмыстың басқа ғылыми зерттеу жұмыстарымен байланысы.** Диссертациялық жұмыс мемлекеттік бюджеттен қаржыландырылатын жобаның аясында орындалған:

АР08855579 «Функционалдық кеңістіктер және жуықтау теориясының және дифференциалдық теңдеулердің аралас мәселелері».

АР19677486 «Функционалды кеңістіктер теориясындағы және жуықтау теориясындағы анизотропты мәселелер».

Диссертациялық зерттеу тақырыбы «Жаратылыстану ғылымдары» ғылым бағыты бойынша «Елдің зияткерлік әлеуеті» басым бағытына, «математика, механика, астрономияғы физика, химия, биология, информатика және география саласындағы іргелі және қолданбалы зерттеулер» мамандандырылған ғылыми бағытына сәйкес келеді.

**Жарияланымдар.** Диссертацияның негізгі нәтижелері 12 жұмыста жарияланды (8 мақала және 4 тезис). Оның ішінде 4 мақала Web of Science Core Collection және Scopus базасына кіретін журналдарда (3 мақала 35-тен астам проценти бар журналдарда), 4 тезис халықаралық ғылыми конференциялар материалдарында.

**Жүргізілген зерттеулердің дұрыстығы мен негізділігі** пайдаланылған әдістердің конструктивтілігімен қамтамасыз етіледі. Жалпы тұжырымдар теоремалар түрінде берілген және олардың дәлелдеулері ұсынылған

**Жұмыстың апробациясы.** Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері келесі конференцияларда баяндалды:

- Академик Т.Ш. Кальменовтың 75 жылдығына және Қазақстандық ғылым қызметкерлері күніне орай арналған Дәстүрлі халықаралық сәуір ғылыми конференциясы (Алматы, 2021).

- Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына және Мәскеу университетінің Қазақстандық филиалының 20 жылдығына арналған «Қазіргі заманғы іргелі және қолданбалы математика мәселелері» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Астана, 2021).

- «Дифференциалдық теңдеулер, анализ және алгебра мәселелері» ІХ Халықаралық ғылыми конференция (Ақтөбе, 2022).

- ҚазССР ҒА корреспондент-мүшесі, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Т.И. Амановтың туғанына 100 жыл толуына арналған «Талдау, дифференциалдық теңдеулер және олардың қолданылуы» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Астана, 2023).

Сонымен бірге, жұмыстың жеке нәтижелері келесі ғылыми семинарларда талқыланды:

1. Функционалдық анализ және оның қолданулары ғылыми семинарларында (жетекшілері ҚР ҰҒА академиктері М. Өтелбаев және Р. Ойнаров, профессорлар Е.Д. Нурсултанов және К.Н. Оспанов).

2. Математиканың қазіргі мәселелері ғылыми семинарында (жетекшілері профессорлар Е.Д. Нурсултанов және К.А. Бекмаганбетов. М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университетінің Қазақстан филиалы).

3. Дифференциалды операторлар және олардың қосымшалары (жетекші профессор М.И. Рамазанов. Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті).

4. Орташалау теориясы мен қолдану әдістері ғылыми семинарында (жетекші профессор Г.А. Чечкин. М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті).

5. Квазисызықты қарапайым дифференциалдық теңдеулер шешімдерінің сапалық қасиеттері ғылыми семинарында (жетекші профессор И.В. Асташова. М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті).

**Докторанттың әрбір жариланымды дайындауға қосқан үлесі.** Ғылыми кеңесшілермен және қосалқы авторлармен бірлесіп жазылған 12 жұмысында ғылыми кеңесшілер есептің қойылымын қойып, зерттеу әдістемесін таңдады, ал докторант негізгі және көмекші нәтижелерді өз бетінше тұжырымдап, оларды дәлелдеді.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, үш тараудан, қорытынды мен пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Теоремалар мен формулалардың нөмірленуі үш таңбалы: бірінші сан бөлім нөмірін, екінші сан- бөлім пунктін, үшіншісі – пункт ішіндегі теоремалар мен формулалардың меншікті нөмірі. Диссертация көлемі – 70 бет.

**Пайдаланылған дереккөздер саны - 61.**

**Кілт сөздер.** Никольский-Бесов кеңістігі, Лоренцтің анизотропты кеңістігі, басым аралас туынды, аралас метрика, анизотропты интерполяция әдісі, ену теоремалары, іздер және функцияларды жалғастыру, ортопроекциялық көлденең, тригонометриялық көлденең.