

**Н.С. Токмагамбетовтың 6D060100 – Математика  
мамандығы бойынша  
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған  
«Кванттық есептеу және оны бөлшек туындылы  
дифференциалдық теңдеулерге қолдану»  
атты диссертация жұмысына**

**ПІКІР**

Таза математиканың негізін қалаушылардың бірі, швейцариялық ұлы математик Л. Эйлер он сегізінші ғасырда  $q$ -есептеуді ұсынған. Ол өз кезегінде кванттық есептеудің ең көп тараған тілі болып табылады. Бұл саланы Э. Хейн, Дж. Тома, Ф.Х. Джексон, А. Лупас сынды ғалымдар ары қарай зерттеп, дамытқан. Олардың еңбектері осы зерттеу жұмысында аталған. Жиырмамыншы ғасырдың соңында  $q$ -есептеу математика мен физиканы байланыстыратын көпір қызметін атқарған, сол себепті оның қолданыс аясы кеңіп, математиканың салаларынан бөлек, қолданбалы салаларда да маңызды рөл атқарды.

Математиканың нақты немесе күрделі ретті интегралдау мен дифференциалдауды зерттейтін салаларының бірі болып табылатын бөлшек есептеу де әр саладағы зерттеушілердің қызығушылықтарын тудырды. Одан әрі  $q$ -айырымдық есептеу мен  $q$ -айырымдық бөлшек есептеу төңірегінде зерттеулер жүргізіліп, кейбір зерттеушілер интегралдық және дифференциалдық бөлшек операторлардың қасиеттерінің  $q$ -аналогтарын алды: Лапластың  $q$ -түрлендіруі және  $q$ -Тейлор формуласы, Миттаг-Леффлер  $q$ -функциясы және т.б.

Осы уақытқа дейін  $q$ -айырымдық теңдеулерге үлкен көңіл бөлінгенін айта кеткен жөн. Жылжымайтын нүкте туралы кейбір белгілі теоремаларды қолданумен сызықтық емес  $q$ -айырымдық бөлшек теңдеулер үшін шешімдердің бар болуы және жалғыздығы немесе көп болуына арналған бірнеше жұмыстар жарияланды.

Десек те, тұрақты және ауыспалы коэффициенттері бар  $q$ -айырымдық теңдеулер теориясы дамудың бастапқы сатыларында тұр, ендеше, аталған теорияның көптеген аспектітерін тереңірек зерттеу өте өзекті мәселе болып табылады. Капутоның негізгі бөлшек туындысына негізделген сызықтық, біртекті және біртекті емес айырымдық теңдеулерге арналған Коши есебінің теориясы да әлі толық зерттелмеген. Олай болса, бөлшек туындылы дифференциалдық теңдеулер шешімдерін табуда кванттық есептеуді, оның ішінде  $q$ -есептеуді қолдану мәселесі өте маңызды болып табылады.

Қарастырып отырған диссертациялық жұмыс бөлшек туындылы дифференциалдық теңдеулерде  $q$ -есептеуді қолдану, олардың шешімдерін табу, бар болуы мен жалғыздығын дәлелдеуге арналған. Диссертациялық жұмыс 3 бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде екінші және үшінші бөлімдердегі теоремаларды дәлелдеу үшін керекті барлық негізгі формулалар,

анықтамалар және леммалар берілген. Екінші бөлімде кейбір сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер үшін Коши типтес  $q$ -бөлшек есептің шешімінің бар болуы мен жалғыздығы үшін жеткілікті шарт енгізілген. Коши типтес  $q$ -бөлшек есептің сәйкес  $q$ -интегралданған Вольтерра теңдеуіне эквивалентті екендігі, Хильфер  $q$ -аналогті бөлшек туындысы анықталып, эквиваленттіліктің, бар болудың және жалғыздықтың жаңа аналогті нәтижелері дәлелдеген. Үшінші бөлімде сызықтық бөлшек  $q$ -айырымдық теңдеулерінің анық және сандық шешімдері және  $q$ -есептеудегі Риман-Лиувиллдің бөлшек  $q$ -туындысына байланысты Коши типтес есептері қарастырылған. Сондай-ақ, Капутоның  $q$ -бөлшек туындысы бар бөлшек-сызықтық  $q$ -дифференциалдық теңдеулердің нақты шешімдері құрылып,  $q$ -Бессель операторымен байланысты Шредингер теңдеуінің жаңа модификациясының нақты шешімдері алынды.

Диссертациялық жұмыста бір-бірімен тығыз байланысты біртұтас мәселелер зерттеліп, барлық нәтижелер толық дәлелденген. Ізденуші докторантурада оқу барысында және диссертациялық жұмысты жазу кезінде ғылыми зерттеу жұмысын жеткілікті түрде игергенін көрсетті. Жұмыстың негізгі нәтижелері 4 ғылыми мақалада жарияланған. Оның біреуі Scopus мәліметтер базасында индекстелетін жоғары рейтингті журналда, ал үшеуі Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда жарық көрді. Сонымен қатар 4 жұмыс халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдарында жарияланды, оның ішінде 1 жұмыс шетелде өткен конференцияның тезистер жинағында жарияланды. Жоғарыда айтылғанды негізге ала отырып, Токмагамбетов Нариман Сарсеновичтің диссертациялық жұмысы 6D060100 – Математика мамндығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алуға қойылған барлық талаптарды орындайды, ал ізденуші Н.С. Токмагамбетов 6D060100 – Математика мамндығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми консультант PhD,  
Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық  
Университетінің аға оқытушысы



С. Шаймардан

