

## ԿԱՐԾԻՔ

պաշտոնական ընդդիմախոս ֆիզ-մաթ. գիտ. թեկնածու Անի Գագիկի Թումանյանի Միջայել Արթուրի Խաչատուրյանի «Ներդրման թեորեմներ Սորոլևի մուլտիանիզոտրոպ տարածություններում և դրանց կիրառությունները մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների տեսության մեջ» թեմայով Ա.01.02 – «Դիֆերենցիալ հավասարումներ, մաթեմատիկական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսությունը նվիրված է սորոլևյան մուլտիանիզոտրոպ տարածություններում նոր ներդրման թեորեմների ստացմանը և դրանց կիրառությանը մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների տեսության մեջ՝ հիպոէլիպտիկ և հիպերբոլական հավասարումների ուսումնասիրության համար:

20-րդ դարի սկզբում Ս. Սորոլևի և Լ. Շվարցի կողմից ներմուծվեցին ընդհանրացված ածանցյալի, ընդհանրացված ֆունկցիայի հասկացությունները: Այնուհետև ներմուծվեցին ընդհանրացված ածանցյալով (Սորոլև, Սլոբոդեցկի, Նիկոլսկի, Բեսով և այլոց կողմից) ֆունկցիաների տարածությունները և սկսվեց այդ տարածությունների էլեմենտների հատկությունների ուսումնասիրությունը: Առաջին անգամ այդպիսի տարածություններում ներդրման թեորեմները ստացվել են Ս. Սորոլևի կողմից անցյալ դարի 30-ական թվականներին: Հետագայում սորոլևյան տարածություններում ներդրման թեորեմների տեսությունը ձևավորվեց որպես նոր ուղղություն, որն ունի բազմաթիվ կարևոր կիրառություններ մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների տեսության մեջ:

20-րդ դարի երկրորդ կեսին Լ. Հյորմանդերը ներմուծեց օպերատորների մի դաս, որը իր մեջ ընդգրկում է էլիպտիկ, պարաբոլիկ և կիսաէլիպտիկ/կվադրէլիպտիկ օպերատորների դասը: Պարզվեց, որ այս օպերատորների Նյուտոնի բնութագրիչ բազմանիստն ունի ավելի բարդ կառուցվածք, քան էլիպտիկ և կվադրէլիպտիկ օպերատորների դեպքում: Այդ պատճառով անհրաժեշտ եղավ (20-րդ դարի վերջում և 21-րդ դարի սկզբում) ներմուծել համապատասխան իզոտրոպ և անիզոտրոպ տարածությունների մուլտիանիզոտրոպ տարբերակները և

այդպիսի հավասարումները ուսումնասիրել համապատասխան տարածություններում: Այդպիսի հավասարումների և խնդիրների հետազոտումը ունի որոշակի բարդություններ, որովհետև համապատասխան բնութագրիչ բազմանդամները համասեռ չեն՝ ինչպես էլիպտիկ օպերատորների դեպքում: Այդ պատճառով մուլտիանիզոտրոպ տարածությունների ուսումնասիրությունը և դրա կիրառությունները հիպոէլիպտիկ և հիպերբոլական օպերատորների համար հանդիսանում է արդիական և կարևոր խնդիր:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլխից, եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից:

*Առաջին գլխում* շարունակվել են Գ. Ա. Կարապետյանի հետազոտությունները՝ նվիրված սոբոլևյան մուլտիանիզոտրոպ  $W_p^m(\mathbb{R}^n)$  տարածություններում տարբեր մետրիկաների ներդրման թեորեմներին: Ստացված են ներդրման թեորեմներ այն դեպքում, երբ որոշակի հաստատունը՝ ներդրման գործակիցը, հավասար է մեկի: Գ. Ա. Կարապետյանի աշխատանքներում ստացված են ներդրման թեորեմներ այն դեպքերում, երբ ներդրման գործակիցը փոքր է մեկից: *Առաջին պարագրաֆում* ներդրման թեորեմը ապացուցված է մուլտիանիզոտրոպ կորիզների գնահատականների, իսկ *երկրորդ պարագրաֆում*՝ մուլտիպլիկատորների մեթոդի օգտագործմամբ:

Ատենախոսության *երկրորդ գլխում* ներմուծվել և ուսումնասիրվել են երկչափ կոտորակային կարգի մուլտիանիզոտրոպ սոբոլևյան տարածություններ, որոնց օգնությամբ ստացվել են տարբեր չափողականության ուղիղ և հակադարձ ներդրման թեորեմներ հատուկ տեսքի լիովին կանոնավոր Ձ բազմանիստով ծնված սոբոլևյան մուլտիանիզոտրոպ տարածությունների համար: Ստացված արդյունքները կիրառվել են *երկրորդ գլխի երրորդ պարագրաֆում* որոշ դասի հաստատուն գործակիցներով ռեգուլյար հիպոէլիպտիկ օպերատորների համար անհամասեռ եզրային պայմաններով դրված Դիրիխլեի հետևյալ խնդրի համար՝

$$\begin{cases} P(D)u = f(x), & x \in \mathbb{R}_+^n \\ D_{x_n}^s u|_{x_n=0} = \varphi_s, & s = 0, 1, \dots, m-1: \end{cases} \quad (1)$$

Ստացված են բավարար պայմաններ (1) խնդրի կոռեկտ լուծելիության համար համապատասխան մուլտիանիզոտրոպ տարածություններում: Երկրորդ գլխում նկարագրված մուլտիանիզոտրոպ սոբոլևյան տարածությունների էլեմենտների հետքերի համար արդյունքները ունեն կարևոր նշանակություն եզրային խնդիրների ուսումնասիրության համար և կարող են հետագայում կիրառվել ավելի լայն դասի խնդիրների լուծելիության հետազոտման համար:

Ատենախոսության երրորդ գլուխը նվիրված է երկու փոփոխականի լիովին կանոնավոր Նյուտոնի բազմանիստով հիպերբոլական օպերատորների և համապատասխան բազմանդամների ուսումնասիրությանը: Ստացված են բազմանդամների ըստ կշռի համեմատման վերաբերյալ նոր արդյունքներ: Օգտագործելով այդ արդյունքները՝ բազմանդամի ենթաբազմանդամների զրոների պատիկության տերմիններով ստացված են բավարար պայմաններ, որոնց դեպքում տրված բազմանդամը, որի գլխավոր մասը հիպերբոլական է ըստ Գորդինգի, կլինի հիպերբոլական ըստ տրված  $h_n$  մուլտիանիզոտրոպ կշռի:

Ատենախոսության մեջ և սեղմագրում նկատվել են որոշ թերություններ և վրիպակներ, օրինակ՝

- Ատենախոսության 4-րդ էջում և սեղմագրի 10-րդ էջում  $I_n$ -ի փոխարեն պետք է լինի  $I_n'$  ըստ ավելի վաղ արված նշանակման:
- Ատենախոսության 33-րդ էջում թեորեմ 1.1.3-ի ապացույցում կատարված փոփոխանների փոխարինման մեջ  $\tau_{n-1} = v_{n-1}^1 \xi_{n-1}$ -ի փոխարեն պետք է լինի  $\tau_{n-1} = v_{n-1}^{\mu_1^{n-1}} \xi_{n-1}$ , իսկ դրա միջոցով ստացված գնահատականում  $\mu_1^{n-1}$ -ի փոխարեն՝  $\mu_1^1$ :
- Ատենախոսության 56-րդ էջում թեորեմ 2.2.5-ի ապացույցում թեորեմ 2.2.2-ի հղումը ամենայն հավանականությամբ պետք է փոխարինվի թեորեմ 2.2.4-ի հղումով:
- Ատենախոսության երրորդ գլխում 69-րդ էջում լեմմա 3.2.1-ում և հետևանք 3.1.1-ում  $d_n < 1$  պայմանի փոխարեն, ըստ ամենայնի, պետք է լինի  $\rho_n < 1$ : Նույն գլխի թեորեմ 3.2.4-ում առկա է վրիպակ՝  $k > m - l_m(\eta)/(1 - \rho_n)$  պայմանը պետք է փոխարինվի  $k > m - l_m(\eta)(1 - \rho_n)$  պայմանով:

Ցանկալի կլիներ, որ առաջին գլխում երկու թերեմների ձևակերպման մեջ մասնակցող ներդրման գործակիցների համար նշված լիներ իրենց միջև կապը և  $\mu^1$ -ի հատուկ իմաստը: Երկրորդ գլխի երրորդ պարագրաֆի արդյունքները ցանկալի կլիներ, որ ձևակերպվեին ընդհանուր  $n$ -ի համար՝ հաշվի առնելով երկրորդ գլխի երկրորդ պարագրաֆի վերջում բերված արդյունքների ընդհանրացման վերաբերյալ դիտողությունը: Գտնում են, որ հետաքրքրություն կներկայացնեն հետազայում հեղինակի կողմից դիտարկվեր երկրորդ գլխի երրորդ պարագրաֆի խնդիր (1)-ի կոռեկտ լուծելիության համար աջ մասի համար ստացված բավարար պայմանների հետ մեկտեղ նաև անհրաժեշտ պայմանների ուսումնասիրությունը, ինչպես նաև առաջին գլխի ներդրման

թորեմներում՝ β մուլտիինդեքսի վրա առաջացող պայմաններից ազատվելու հարցը:

Նկատված թերությունները չեն անդրադառնում ատենախոսության ընդհանուր դրական գնահատականի վրա և գտնում են, որ անխուսափելի են այս ծավալի և բովանդակության աշխատանքի դեպքում:

Ատենախոսությունը գրված է բարձր գիտական մակարդակով, բոլոր հիմնական արդյունքները նոր են և լիարժեք ապացուցված են ատենախոսության մեջ: Ատենախոսությունը իմ կարծիքով հանդիսանում է կարևոր ներդրում մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների տեսության մեջ: Ատենախոսության արդյունքները տպագրված են 4 գիտական հոդվածներում, որոնցից 2-ը Scopus շտեմարանում ընդգրկված ամսագրերում: Հեղինակը հանդես է եկել զեկույցներով մի շարք գիտաժողովներին և սեմինարներին: Սեղմագիրը համապատասխանում է ատենախոսությանը:

Գտնում են, որ աշխատանքը բավարարում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող բոլոր պահանջներին, իսկ Միջայել Արթուրի հաջատությանը արժանի է ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը Ա.01.02–“Դիֆերենցիալ հավասարումներ, մաթեմատիկական ֆիզիկա” մասնագիտությամբ:

Պաշտոնական ընդդիմախոս  
ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու՝

Ա.Գ. Թումանյան

3 հունիս 2024թ.

Ստորագրությունը հաստատում են՝  
Հայ-Ռուսական համալսարանի  
գիտքարտուղար, ք. գ. թ.՝



Ռ.Ս. Կասաբաբովա