ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ՝

ԽԱՉԱՏՈՒՐ ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ

ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ

ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ՌԵԿՏՈՐ, ՊՐՈՖԵՍՈՐ

________ ՍՐԲՈՒՀԻ ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

« 11 » մարտ 2024թ.

ԿԱՐԾԻՔ

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ

ԽԱՉԱՏՈՒՐ ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ՆՐԱ ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՅԻ ԱՄԲԻՈՆԻ

11.03.2024թ. N8 ՆԻՍՏԻ

Ալեքսանդր Ռուբենի Հակոբյանի «Անսահմանափակ տիրույթների վրա մոնոտոն ոչ գծայնությամբ որոշ ինտեգրալ հավասարումներ» վերնագրով Ա.01.02 «Դիֆերենցիալ հավասարումներ, մաթեմատիկական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ

Նիստին ներկա էին. ամբիոնի վարիչ, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Լ.Գ. Ղուլղազարյանը, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Ս.Ք. Հարությունյանը, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Գ.Ռ.Ղուլղազարյանը, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Լ.Գ. Արաբաջյանը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Վ.Կ. Վարդազարյանը, փ.գ.թ., դոցենտ Ս. Է. Հակոբյանը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Ս.Ս.Դավիդովը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Ս.Ա. Խաչատրյանը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Վ. Ներսեսյանը, մ.գ.թ., դոցենտ Վ.Վ.Վարդապետյանը, մ.գ.թ., դոցենտ Ա.Տ. Մկրտչյանը, մ.գ.թ. Ա.Ի. Մինասյանը, դասախոսներ Ա.Հ. Գրիգորյանը, Ն.Ս.Դովլաթյանը:

Ալեքսանդր Ռուբենի Հակոբյանի ատենախոսությունը նվիրված է ոչ կոմպակտ օպերատորներով ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների որոշ դասերի լուծելիության հարցերի հետազոտությանը: նազիտական մի շարք խնդիրներում առաջանում են ինտեգրալ և ինտեգրո-դիֆերենցիալ ոչ գծային հավասարումներ, որոնցով նկարագրվում են տարբեր երևույթներ և որոնք ուսումնասիրվում են գազերի կինետիկ տեսությունում, մաթեմատիկական ֆիզիկայում՝ մասնավորաբար, ճառագայթման տեղափոխման տեսության խնդիրներում, կենսաբանությունում՝ համաճարակների տարածման մաթեմատիկական տեսությունում (Դիկման-Կապպերի մոդելում), տնտեսագիտության մեջ՝ ազգային եկամուտի բաշխման մաթեմատիկական տեսությունում (Ջ. Սարգանի ոչ գծային մոդելում) և այլն: Այդպիսի հավասարումների ուսումնասիրությունը սկսվել է նախորդ դարի 20-ական թվականներից Պ. Ուրիսոնի և Ա.Համերշտեյնի աշխատանքներում: Այդ հետազոտությունները հետագայում շարունակվել են՝ ԱՄՆ-ում՝ Ֆ. Բրաուդերի և ՍՍՀՄ-ում՝ Մ. Կրասնոսելսկու և նրանց աշակերտների կողմից: Վերոհիշյալ հեղինակների աշխատանքներում ստացվել են բավարար պայմաններ բանախյան տարածություններում գործող ինտեգրալ օպերատորների լիովին անընդհատության համար: Օգտվելով անշարժ կետերի գոյության դասական սկզբունքներից, հաջողվել է պարզել ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների որոշ դասերի լուծելիության հարցերը: Հետագա հաջողությունները այս ասպարեզում պայմանավորված էին նորմավորված տարածություններում կոնի և մոնոտոն օպերատորի հասկացությունների ներմուծումով: Այս դեպքում հաջողվեց ստանալ Համերշտեյնի տիպի ոչ գծային օպերատորներով ինտեգրալ հավասարումների լուծման գոյության բավարար պայմաններ ռեֆլեքսիվ տարածություններում: Սակայն կիրառական խնդիրներում առաջացած բազմաթիվ ինտեգրալ հավասարումներում համապատասխան օպերատորները լիովին անընդհատ չեն և գործում են անսահմանափակ բազմություններում:

Ներկայացված ատենախոսությունում ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների լուծելիության հարցերի ուսումնասիրության համար առաջարկվում է նոր մոտեցում, որը հիմնվում է մոնոտոն օպերատորների հատկությունների, այդ օպերատորներով որոշվող ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների համար գծային մաժորանտ հավասարումներ կառուցելու տեխնիկայի, ինչպես նաև իտերացիաների ու լուծումների տարբեր նորմաներով գնահատականների և ասիմպտոտիկ հատկությունների օգտագործման վրա:

Ատենախոսության առաջին գլխում հետազոտվում է կիսաառանցքի վրա հետևյալ տեսքի ինտեգրալ հավասարումների դասը՝

$$f(x)=\lambda(x)\int_0^\infty K(y)G(f(r(x,y)))dy\,,\ x\in R^+\equiv[0,\infty), \tag{1.1}$$

որտեղ պահանջվում է, որ որոնելի $f(x)$ ֆունկցիան լինի սահմանափակ և ոչ բացասական: Ենթադրվում է, որ տրված λ, K և G ֆունկցիաները բավարարում են հետևյալ պայմաններին՝

$a)$ $0\le\lambda(x)\le 1$; $\lambda(x)\not\equiv 1$, $x\in R^+$; $\lambda(x)\uparrow$ R^+-ի վրա; $\int_0^\infty x(1-\lambda(x))dx<\infty$;

$b)$ $K(x)>0$, $x\in R^+$; $K\in L_1(R^+)$; $\int_0^\infty K(x)dx=1$:

(1.1)-ում ենթադրվում է նաև, որ G ֆունկցիան անընդհատ է R^+-ում, $G(0)=0$ և, բացի այդ, օժտված է հետևյալ հատկություններով՝

1) գոյություն ունի $\eta>0$ թիվ այնպիսին, որ $G\uparrow$ $[0,\eta]$ միջակայքում;

2) $G(\eta)=\eta$ և $G(u)\ge u$, երբ $u\in[0,\eta]$,

իսկ $r(x,y)$ ֆունկցիան անընդհատ է $R^+\times R^+$ բազմության վրա, ընդունում է ոչ բացասական արժեքներ և բավարարում է հետևյալ երկու պայմաններին՝

I) յուրաքանչյուր ֆիքսված x-ի, $x\in R^+$ համար $r(x,y)\uparrow$ ըստ y-ի R^+-ում և յուրաքանչյուր ֆիքսված $y\in R^+$ համար $r(x,y)\uparrow$ ըստ x-ի, $x\in R^+$,

II) $r(x,0)\ge x$, $x\in R^+$ և գոյություն ունի $\delta>0$ թիվ այնպիսին, որ $r(x,\delta)\ge x+\delta$

Առաջին գլխի առավել կարևոր արդյունքը պարունակվում է թեորեմ 1.1-ում: Թեորեմում ապացուցվել է, որ վերոհիշյալ պայմանների առկայության դեպքում գոյություն ունի R^+-ում որոշված (1.1) հավասարման ոչ բացասական, 0-ական լուծումից տարբեր սահմանափակ $f(x)$ լուծում, ընդ որում գոյություն ունի այդ ֆունկցիայի սահմանը ∞ և տեղի ունեն՝

$\lim\limits_{x\to+\infty}f(x)=\eta$ և $\eta-f\in L_1(R^+)$:

Ստացված արդյունքը ունի ոչ միայն տեսական, այլև կիրառական նշանակություն: Ինչպես նշվել է ատենախոսության մեջ (1.1) հավասարման տարբեր մասնավոր դեպքեր ունեն կիրառություններ մաթեմատիկական ֆիզիկայի որոշ բաժիններում՝ ճառագայթման տեղափոխման տեսությունում, գազային դինամիկայում, պլազմայի կինետիկ տեսությունում:

Ատենախոսության երկրորդ գլուխը նվիրված է Համերշտեյնի-Վոլտերայի տիպի ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների հետևյալ համակարգերի լուծելիության հարցերին՝

$$f_i(x)=\sum_{j=1}^{n}\int_{-\infty}^{x}K_{ij}(x,t)\{f_j(t)+\omega_{ij}(t,f_j(t))\}dt\,,\ i=1,\dots n\,,\ x\in R\ , \tag{2.1}$$

$$\varphi_i(x)=\sum_{j=1}^{n}\int_{-\infty}^{x}K_{ij}(x,t)\{G_j(\varphi_j(t)+\omega_{ij}(t,\varphi_j(t)))\}dt\,,\ i=1,\dots n\,,\ x\in R\,, \tag{2.2}$$

R բազմությունում չափելի $f(x)=(f_1(x),\dots f_n(x))^T$ և $\varphi(x)=(\varphi_1(x),\dots\varphi_n(x))^T$ որոնելի վեկտոր-ֆունկցիաների նկատմամբ: Ենթադրվում է, որ այդ համակարգերում $K(x,t)=(K_{ij}(x))_{i,j=1}^{n}$ մատրիցային կորիզը $R^2=R\times R$ բազմությունում բավարարում է հետևյալ պայմաններին՝

a) $K_{ij}(x,t)>0,\quad (x,t)\in R^2,\quad K_{ij}(x)\in L_\infty(R^2),\quad i,j=1.,2,\dots n$, որտեղ $L_\infty(R^2)$-ը՝ էապես սահմանափակ ֆունկցիաների տարածությունն է R^2-ում:

b) գոյություն ունի դրական կոմպոնենտներով և միավոր սպեկտրալ շառավիղով սիմետրիկ $A=(a_{ij})_{i,j=1}^{n}$ մատրից, որի համար տեղի ունեն՝

b_1) $\gamma_{ij}(x)\geq 0\,,\ \gamma_{ij}(x)\equiv 0\,,\ x\in R\,,\ \lim\limits_{x\to-\infty}\gamma_{ij}(x)=0\,,\ i,j=1,.2,\dots n\,,$

որտեղ $\gamma_{ij}(x)=a_{ij}-\int_{-\infty}^{x}K_{ij}(x,t)dt\,,\ i,j=1,2,\dots n\,,$

b_2) $\int_{t}^{\infty}K_{ij}(x,t)dx\leq a_{ij}\,,\ t\in R\,,\ i,j=1,2\dots n\,,$

b_3) $\int_{-\infty}^{0}(-x)\cdot\gamma_{ij}(x)dx<\infty\,,\ i,j=1,2\dots n\,,$

c) գոյություն ունի այնպիսի $\delta_0>0$, որ $c_{ij}>0$, $i,j=1,2\dots n$, որտեղ

$c_{ij}=\inf\limits_{x\in(-\infty,0]}\int_{\delta_0}^{\infty}K_{ij}(x+y,x)dy$:

$\{G_j(u)\}_{j=1}^{n}$ և $\{\omega_{ij}(t,u)\}_{i,j=1}^{n}$ ֆունկցիաների նկատմամբ պայմանների ձևակերպման մեջ մասնակցում է դրական կոորդինատներով $\eta=(\eta_1,\dots\eta_n)^T$, $\eta_j>0$, $j=1,\dots n$ վեկտորը, որի համար տեղի ունի $A\eta=\eta$ հավասարությունը (այդպիսի վեկտորի գոյությունը հետևում է դրական մատրիցների վերաբերյալ Պերոնի թեորեմից): Ենթադրվում է, որ վերոհիշյալ ֆունկցիաները բավարարում են հատևյալ պայմաններին՝

I) $G_j\in C(R^+)$, $G_j(0)=0$, G_j ֆունկցիաները R^+-ի վրա ուռուցիկությամբ ուղղված են դեպի վերև, $j=1,\dots n$,

II) $G_j(u)\uparrow$ ըստ u-ի R^+-ի վրա , $j=1,\dots n$,

III) գոյություն ունի $\alpha>0$ թիվ այնպիսին, որ $G_j(\eta_j^*)=\eta_j^*$, որտեղ $\eta_j^*=\alpha\cdot\eta_j$, $G_j(u)\geq u$, երբ $u\in[0,\eta_j^*]$, $j=1,\dots n$

A) $\omega_{i,j}(t,.0)\equiv 0$, R-ի վրա $i,j=1,2\dots n$,

B) ֆիքսված $t\in R$ համար $\omega_{i,j}(t,u)\uparrow$ ըստ u-ի $R^+\equiv[0.+\infty)$-ում, $i,j=1,2\dots n$,

C) գոյություն ունեն հետևյալ ֆունկցիաները $\beta_{i,j}(t)=\sup\limits_{u\in R^+}(\omega_{i,j}(t,u))$, $i,j=1,2,\dots n$ ընդ որում այդ ֆունկցիաները չեն նվազում ըստ t-ի R-ում և բավարում են հետևյալ անհավասարություններին՝

$$\sum_{j=1}^{n}\beta_{i,j}(x)(a_{i,j}-\gamma_{i,j}(x))\leq\sum_{j=1}^{n}\eta_j\cdot\gamma_{i,j}(x),\ x\in R\,,\ i=1,2,\dots n\,, \tag{2.3}$$

$D)$ $\{\omega_{i,j}(t,u)\}_{i,j=1}^{n}$ ֆունկցիաները օժտված են հետևյալ հատկություններով՝ յուրաքանչյուր ֆիքսված $u \in R^{+} \equiv [0,+\infty)$ այդ ֆունկցիաները չափելի են ըստ t-ի R-ում և հ.բ. $t \in R$ համար անընդհատ են ըստ u-ի R^{+}-ում (Կարաթեոդորի պայմանը) :

Երկրորդ գլխի կարևոր արդյունքները պարունակվում են 2.1 և 2.2 թեորեմներում, որտեղ ստացվել են բավարար պայմաններ (2.1) (թեորեմ 2.1) և (2.2) ,(թեորեմ 2.2) համակարգերի լուծելիության վերաբերյալ: Թեորեմ 2.1-ում $a)-c)$ և $A)-D)$ պայմանների առկայության դեպքում կառուցվել է (2.1) համակարգի ոչ զրոյական, (ըստ կոմպոնենտների) ոչ բացասական սահմանափակ լուծումների մի պարամետրանոց ընտանիք: Ուսումնասիրվել է նաև այդ լուծումների անալիտիկ և ասիմպտոտիկ հատկությունները:

Նման արդյունքներ են ստացվել թեորեմ 2.2-ում $a)-c)$, $I)-III)$, $A)-D)$ պայմաններում (2.2) համակարգի լուծելիության վերաբերյալ:

Երրորդ գլխի վերջում բերվում են $\{K_{i,j}(x,t)\}_{i,j=1}^{n}$ մատրիցային կորիզների և $\{G_j(u)\}_{j=1}^{n}$, $\{\omega_{i,j}(t,u)\}_{i,j=1}^{n}$ ֆունկցիաների կոնկրետ օրինակներ, որոնք բավարարում են 2.1 և 2.2 թեորեմների պայմաններին: Դրանցից մի մասը ներկայացնում է կիրառական նշանակություն, քանի որ առաջանում են մաթեմատիկական ֆիզիկայի և կենսաբանության կոնկրետ խնդիրներում:

Աշխատանքի երրորդ գլխում դիտարկվում է ողջ թվային առանցքի վրա հետևյալ տեսքի ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների դասը՝

$$Q(f(x)) = \int_{-\infty}^{\infty} K(x,t) f(t)dt\,, \; x \in R \equiv (-\infty,\infty), \tag{3.1}$$

$f(x)$ որոնելի ֆունկցիայի նկատմամբ: (3.1) հավասարման մեջ $Q \in C(R)$ ֆունկցիան բավարարում է հետևյալ պայմաններին՝

$q_1)$ $Q(u)$ կենտ ֆունկցիա է $Q(u)\uparrow$ R-ում

$q_2)$ գոյություն ունի $Q''(u)$ և $Q''(u) > 0$,երբ $u > 0$,

$q_3)$ գոյություն ունի $\eta > 0$ թիվ այնպիսին, որ $Q(\eta) = \eta$,

իսկ $K(x,t)$ կորիզը որոշված է $R \times R$ բազմության վրա և օժտված է հետևյալ հատկություններով՝

$k_1)$ $K(x,t) > 0$, $(x,t) \in R \times R$ և

$k_2)$ $K(x,t) = K(-x,-t) = K(t,x)$, $(x,t) \in R \times R$ և $\gamma(x) \geq 0$, $x \in R$,

որտեղ $\gamma(x) = 1 - \int_{-\infty}^{\infty} K(x,t)dt \in L_1(R)$,

$k_3)$ $\chi = \sup_{r \geq 0} \int_{0}^{r}\int_{r}^{\infty} K(x,t)dxdt < \infty$, $k_4)$ $\mu = \int_{-\infty}^{0}\int_{0}^{\infty} K(x,t)dxdt < \infty$:

(3.1) հավասարման բազմաթիվ մասնավոր դեպքեր ուսումնասիրվել են կապված կիրառական խնդիրների հետ: Ներկա աշխատանքում այն ուսումնասիրվում է առավել ընդհանուր տեսքով: Նշենք երրորդ գլխի հիմնական արդյունքները (3.1) հավասարման վերաբերյալ՝

ա) $q_1)-q_3)$ $k_1)-k_4)$ պայմանների առկայության դեպքում, եթե, $\gamma(x) \equiv 0$, ապա (3.1) հավասարումը R-ում սահմանափակ և ոչ բացասական ֆունկցիաների դասում ունի միայն $f(x) \equiv 0$ և $f(x) \equiv \eta$ երկու լուծում (Թեորեմ 3.1):

բ) Դիցուք գոյություն ունի $\varepsilon_0 \in (0,1)$ թիվ այնպիսին, որ $\gamma(x) \leq 1 - \varepsilon_0$, $x \in R$, իսկ $Q(u) = \varepsilon_0 \cdot u$ հավասարումը ունի դրական լուծում: Եթե տեղի ունեն $q_1)-q_3)$ և $k_1)-k_2)$

պայմանները ու եթե $\gamma(x)\neq 1$ ապա գոյություն կունենա (3.1) հավասարման $f^*(x)$ դրական լուծում, ընդ որում $\eta - f^*(x)\in L_1(R)$: (Թեորեմ 3.2)

գ) Եթե բ) կետում նշված պայմաններին ավելացվեն k_3 և k_4 պայմանները, ապա (3.1) հավասարումը R բազմությունում որոշված ոչ բացասական, ոչ տրիվիալ, սահմանափակ ֆունկցիաների դասում չի կարող ունենալ մեկից ավելի լուծումներ:(Թեորեմ 3.3)

Երրորդ գլխի երկրորդ մասում ուսումնասիրվել են (3.1) հավասարման դիսկրետ հանգունակը՝

$$Q(x_n)= \sum_{j=-\infty}^{\infty} a_{n-j}\cdot x_j \ , \ n\in Z \equiv \{0,\pm1,\pm2,\dots\}, \tag{3.2}$$

որոնելի անվերջ $\hat{x}=(\dots,x_{-1},x_0,x_1,\dots)^T$ վեկտորի նկատմամբ, որտեղ Q-ն բավարարում է $q_1)-q_3)$ պայմաններին, իսկ $\{a_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ հաջորդականությունը՝

$$a_n>0,\ \ a_n=a_{-n},\ n\in Z,\ a_n\downarrow \text{ ըստ } n\text{-ի } N\text{-ում}, \tag{3.3}$$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n =1,\ \ \sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j\cdot|j|<\infty: \tag{3.4}$$

պայմաններին:Ստացվել են 3.1-3.3 Թեորեմներ նմանակները (3.2) համակարգի լուծելիության վերաբերյալ:

Ատենախոսության մեջ և սեղմագրում նկատվել են որոշ վրիպումներ և թերություններ՝

- Հեղինակի կողմից (1.1) հավասարման պայմանների b) խմբում նշված է (ատենախոսության էջ 7, էջ 18, սեղմագրի էջ 8)

$$\text{b) } K(x)>0,\ x\in R^+;\ K\in L_1(R^+);\ \int_0^\infty K(x)dx=1:$$

Այն կարելի է ներկայացնել համարժեք ավելի պարզ տեսքով՝

$$\text{b) } K(x)>0,\ x\in R^+;\ \int_0^\infty K(x)dx=1:$$

- Ատենախոսության 24-րդ էջում և սեղմագրի 9-րդ էջում նշված Դիտողություն 1.2-ում հեղինակը պնդում է, որ $b)$ պայմանը էական է (1.2) հավասարման լուծման գոյության համար և երբ խախտվում է այն , օրինակ, եթե

$\sup K=\left[\frac{\delta}{2},+\infty\right)$ և $\lambda\neq 1$ R – ում ,ապա $r(x,y)$ ֆունկցիան կարելի է ընտրել այնպես, որ այն բավարարի I) – II) պայմաններին, սակայն ստացվի մի հավա-սարում, որը չունի ինտեգրելի, մոնոտոն նվազող ոչ բացասական լուծում (հիմնավորումը բացակայում է):

Հավանաբար հեղինակը այստեղ պետք է նշեր $\operatorname{supp} K=\left[0,\frac{\delta}{2}\right]$ պայմանը՝ sup $K=\left[\frac{\delta}{2},+\infty\right)$ փոխարեն, քանի որ այդ դեպքում իր պնդումը ակնհայտ կլիներ:

- Ատենախոսության 54 էջում § 3.1 վերնագրում նշվում է (3.1) հավասարման անսահմանափակ լուծման անընդհատության մասին, որը վրիպակ է, քանի որ այդ պարագրաֆում դիտարկվում են նշված հավասարման միայն սահմանափակ լուծումները:

Սակայն նշված թերությունները չեն ազդում ատենախոսության ընդհանուր գնահատականի վրա:

Ալեքսանդր. Հակոբյանի *«Անսահմանափակ տիրույթների վրա մոնոտոն ոչ գծային թյամբ որոշ ինտեգրալ հավասարումներ»* ատենախոսությունը ներկայացնում է ավարտուն գիտական աշխատություն, որը ունի և տեսական, և կիրառական նշանակություն գիտության տարբեր բնագավառներում և լուրջ ներդրում է ոչ գծային ինտեգրալ հավասարումների տեսության մեջ: Ինտեգրալ տարբեր հավասարումների և համակարգերի լուծումների գոյության կոնստրուկտիվ ապացույցները կարող են հիմք հանդիսանալ այդ հավասարումների և համակարգերի մոտավոր և թվային լուծումների կառուցման համար:

Ատենախոսության արդյունքները կարող են օգտագործվել Երևանի, Մոսկվայի, Սանկտ-Պետերբուրգի, Թբիլիսիի, Նովոսիբիրսկի, Հարավային դաշնային (Դոնի-Ռոստովի) համալսարաններում, Հայ-Ռուսական (Սլավոնական) համալսարանում, Ռուսաստանի Դաշնության ԳԱԱ Վ. Ստեկլովի անվան մաթեմատիկայի ինստիտուտում, Հայաստանի ԳԱԱ մաթեմատիկայի ինստիտուտում և գիտական այլ հաստատություններում:

Հրատարակված աշխատանքները լիովին արտացոլում են ատենախոսության հիմնական դրույթները: Սեղմագիրը ճիշտ է արտացոլում ատենախոսության բովանդակությունը:

Ամբիոնը գտնում է, որ Ալեքսանդր Ռուբենի Հակոբյանի «Անսահմանափակ տիրույթների վրա մոնոտոն ոչ գծայնությամբ որոշ ինտեգրալ հավասարումներ» վերնագրով ատենախոսությունը գիտական բարձր մակարդակով արված հետազոտություն է և համապատասխանում է «Հայաստանի Հանրապետությունում գիտական աստիճանաշնորհման» կանոնակարգի և ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ նրա հեղինակը Ալեքսանդր Հակոբյանը արժանի է Ա.01.02 «Դիֆերենցիալ հավասարումներ, մաթեմատիկական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման:

Խ. Աբովյանի անվան ՀՊՄՀ

Մաթեմատիկայի և նրա դասավանդման մեթոդիկայի

ամբիոնի վարիչ, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Լ. Գ. Ղուլղազարյան

Ստորագրությունը հաստատում եմ

ՀՊՄՀ գիտական քարտուղար, մ.գ.թ., դոցենտ Մ. Մ. Խպլիրյան