

ISSN 2181-6883

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal

**MAXSUS SON
(2021-yil, dekabr)**

Jurnal 2001-yildan chiqa boshlagan

Buxoro – 2021

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal 2021, maxsus son

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2016-yil 29-dekabrda qarori bilan **pedagogika** va **psixologiya** fanlari bo'yicha dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zarur nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2001-yilda tashkil etilgan.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2016-yil 22-fevral № 05-072-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy
Elektron manzil: ped_mahorat@umail.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Adizov Baxtiyor Rahmonovich – pedagogika fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich – iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Mas'ul kotib: Hamroyev Alijon Ro'ziqulovich – pedagogika fanlari doktori (DSc), dotsent

Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori

Begimqulov Uzoqboy Shoyimqulovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Mahmudov Mels Hasanovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Ibragimov Xolboy Ibragimovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Yanakiyeva Yelka Kirilova, pedagogika fanlari doktori, professor (N. Rilski nomidagi Janubiy-G'arbiy Universitet, Bolgariya)

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Mahmudova Muyassar, pedagogika fanlari doktori, professor

Kozlov Vladimir Vasilyevich, psixologiya fanlari doktori, professor (Yaroslavl davlat universiteti, Rossiya)

Chudakova Vera Petrovna, psixologiya fanlari nomzodi (Ukraina pedagogika fanlari milliy akademiyasi, Ukraina)

Tadjixodjayev Zokirxo'ja Abdusattorovich, texnika fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Mahmudov Nosir Mahmudovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharopovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qiyamov Nishon Sodiqovich, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Qahhorov Otabek Siddiqovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ МАСТЕРСТВО

Научно-теоретический и методический журнал 2021, специальный выпуск

Журнал включен в список обязательных выпусков ВАК при Кабинете Министров Республики Узбекистан на основании Решения ВАК от 29 декабря 2016 года для получения учёной степени по педагогике и психологии.

Журнал основан в 2001г.

Журнал зарегистрирован Бухарским управлением агентства по печати и массовой коммуникации Узбекистана.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 05-072 от 22 февраля 2016 г.

Учредитель: Бухарский государственный университет

Адрес редакции: Узбекистан, г. Бухара, ул. Мухаммад Икбол, 11.

e-mail: ped_mahorat@umail.uz

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Адизов Бахтиёр Рахманович – доктор педагогических наук, профессор

Заместитель главного редактора: Навруз-заде Бахтиёр Нигматович – доктор экономических наук, профессор

Ответственный редактор: Хамраев Алижон Рузикулович – доктор педагогических наук (DSc), доцент

Хамидов Обиджон Хафизович, доктор экономических наук

Бегимкулов Узакбай Шаимкулович, доктор педагогических наук, профессор

Махмудов Мэлс Хасанович, доктор педагогических наук, профессор

Ибрагимов Холбой Ибрагимович, доктор педагогических наук, профессор

Янакиева Елка Кирилова, доктор педагогических наук, профессор (Болгария)

Каххаров Сиддик Каххарович, доктор педагогических наук, профессор

Махмудова Муяссар, доктор педагогических наук, профессор

Козлов Владимир Васильевич, доктор психологических наук, профессор (Ярославль, Россия)

Чудакова Вера Петровна, PhD (Психология) (Киев, Украина)

Таджиходжаев Закирходжа Абдусаттарович, доктор технических наук, профессор

Аманов Мухтор Рахматович, доктор технических наук, профессор

Ураева Дармоной Саиджановна, доктор филологических наук, профессор

Дурдыев Дурдымурад Каландарович, доктор физико-математических наук, профессор

Махмудов Насыр Махмудович, доктор экономических наук, профессор

Олимов Ширинбой Шарофович, доктор педагогических наук, профессор

Киямов Нишон Содикович, доктор педагогических наук, профессор

Каххаров Отабек Сиддинович, доктор экономических наук (DSc)

PEDAGOGICAL SKILLS

The scientific-theoretical and methodical journal 2021, special release

The journal is submitted to the list of the scientific journals applied to the scientific dissertations for **Pedagogic** and **Psychology** in accordance with the Decree of the Presidium of the Ministry of Legal office of Uzbekistan Republic on Regulation and Supervision of HAC (The Higher Attestation Commission) on December 29, 2016.

The journal is registered by Bukhara management agency for press and mass media in Uzbekistan.
The certificate of registration of mass media № 05-072 of 22 February 2016

Founder: Bukhara State University

Publish house: Uzbekistan, Bukhara, Muhammad Ikbol Str., 11.
e-mail: ped_mahorat@umail.uz

EDITORIAL BOARD:

Chief Editor: Pedagogical Sciences of Pedagogy, Prof. Bakhtiyor R. Adizov.

Deputy Editor: Pedagogical Sciences of Economics, Prof. Bakhtiyor N. Navruz-zade.

Editor: Doctor of Pedagogical Sciences(DSc), Asst. Prof. Alijon R. Khamraev

Doctor of Economics Sciences Obidjan X. Xamidov

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. Uzakbai Sh. Begimkulov

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. Mels Kh. Mahmudov

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. Holby I. Ibrahimov

Ph.D. of Pedagogical Sciences, Prof. Yelka K. Yanakieva (Bulgaria)

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. Siddik K. Kahhorov

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. M. Mahmudova

Doctor of Psychology, Prof. Vladimir V. Kozlov (Yaroslavl, Russia)

Ph.D. of Psychology, Vera P. Chudakova (Kiev, Ukraina)

Doctor of Technical sciences, Prof. Mukhtor R. Amanov

Doctor of Technical sciences, Prof. Zakirkhodja A. Tadjikhodjaev

Doctor of Philology, Prof. Darmon S. Uraeva

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Prof. Durdimurod K. Durdiev

Doctor of Economics, Prof. Nasir N. Mahmudov

Doctor of Pedagogical Science, Prof. Shirinboy Sh. Olimov

Doctor of Pedagogical Science, Prof. Nishon S. Kiyamov

Doctor of Economics Sciences Otabek S. Kahhorov

MUNDARIJA

Hamza ESHANKULOV, Ubaydullo ARABOV. Asinxron parallel jarayonlarni petri to'ri orqali modellashtirish	7
Ozodjon JALOLOV, Ixtiyor YARASHOV. Matematika mobil ilovasi	15
Tursun SHAFIYEV, Farrux BEBUTOV. Zararli moddalarning atmosfereda ko'chishi va diffuziyasi jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillarni sonli tadqiq qilish.....	19
J. JUMAYEV. Ikkinchi tartibli chiziqqlar mavzusini mathcad matematik paketi yordamida o'qitish	26
Ozodjon JALOLOV, Shohida FAYZIYEVA. Lagranj interpolatsion ko'phadi uchun algoritmi va dastur yaratish.....	32
Samandar BABAYEV, Nurali OLIMOV, Mirjalol MAHMUDOV. $W_2, \sigma_2, 1(0,1)$ Hilbert fazosida optimal interpolatsion formulaning ekstremal funksiyasini topishning metodologiyasi	35
Жура ЖУМАЕВ, Мархабо ТОШЕВА. Методика для исследования конвективной теплопроводности вблизи вертикального источника	39
Озоджон ЖАЛОЛОВ, Хуршиджон ХАЯТОВ, Мехринисо МУХСИНОВА. Об одном погрешности весовых кубатурных формул в пространстве $\tilde{C}^{(m)}(T_n)$	44
H.Sh. Rustamov. D.H. Fayziyeva/ Dasturlashtirilgan o'qitishning didaktik asoslari.....	47
G.K.ZARIPOVA. O.R.HAYDAROV. F.R.KARIMOV. Bo'lajak informatika fani o'qituvchilarini tayyorlashda raqamli texnologiyalarni tatbiq etish tendensiyasini takomillashtirish	52
Hamza ESHANKULOV, Aslon ERGASHEV. Iqtisodiy boshqaruv qarorlarini qabul qilishda business intelligence tizimlarining ustunlik jihatlari	58
Xurshidjon XAYATOV. Fazliddin JUMAYEV, WEB sahifada CSS yordamida o'tish effektlaridan foydalanish	63
Xurshidjon XAYATOV, Dilshod ATOYEV. MAPLE matematik tizimning grafik imkoniyatlari	67
Zarif JO'RAYEV, Lola JO'RAYEVA. Gibril algoritmlar asosida tashxis qo'yish masalasini yechish.....	72
Nazokat SAYIDOVA, Yulduz ASADOVA, Mehriniso ABDULLAYEVA. Photoshop dasturida yaratiladigan elektron qo'llanmalarining ahamiyati	78
Gavhar TURDIYEVA, Adiz SHOYIMOV. Elektron kafedrani shakllantirishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning ahamiyatli tomonlari	83
Shafoat IMOMOVA. Blockchain va uning axborot xavfsizligiga ta'siri.....	88
Zarif JO'RAYEV, Lola JO'RAYEVA. Immun algoritmlari yordamida tashxis qo'yish masalasini yechish..	91
Гулсина АТАЕВА. Анализ программ для обеспечения информационной безопасности	96
Бехзод ТАХИРОВ. Программные приложения для коммерческих предприятий и их значение.....	101
Lola YADGAROVA, Sarvinoz ERGASHEVA. Age of modern computer technologies in teaching english language	106
Hakim RUSTAMOV, Dildora FAYZIYEVA. Axborot xavfsizligi sohasida turli parametrlarga asoslangan autentifikatsiya usullari	111
Furqat XAYRIYEV. Loyihalarni boshqarishda "agile" yondashuvi	116
X.Ш. РУСТАМОВ, М.А. БАБАДЖАНОВА. Работа со строковыми величинами на языке программирования python	119
Sulaymon XO'JAYEV. O'zbekistonda axborot xavfsizligi.....	125
Farhod JALOLOV, Shohnazar SHAROPOV. Axborot kommunikatsion texnologiyalarning zamonaviy ta'lim va axborotlashgan jamiyatdagi o'rni	130
F.R.KARIMOV. Effektiv kvadratur formulalar qurish metodlari	133
Sarvarbek POLVONOV, Alibek ABDUAKHADOV, Jamshid ABDUG'ANIYEV, G'ulomjon ELMURATOV. Some algorithms for reconstruction of images	140
Gulnora BO'RONOVA, Feruza MURODOVA, Feruza NARZULLAYEVA. Boshlang'ich sinflarda lego digital designer simulyatsiya muhitida o'ynash orqali robototexnika elementlarini o'rgatish	144
Firuz MURADOVA. Modern digital technologies in education opportunities and prospects	148
Ziyomat SHIRINOV. C# dasturlash tilidagi boshqaruvni ketma-ket uzatishni amaliy o'rganish.....	154
Istam SHADMANOV, Marjona FATULLAYEVA. Modeling of drying and storage of agricultural products under the influence of natural factors	157
M.Z.XUSENOV, Lobar SHARIPOVA. Kimyo fanini o'qitishda Vr texnologiyasini qo'llash	164
Feruz KASIMOV. 9-sinf o'quvchilari uchun aralash ta'lim shaklida informatika va axborot texnologiyalar fani dasturlash asoslari bo'limini o'qitishning o'ziga xos xususiyatlari	167
Умиджон ХАЙИТОВ. Информационные и коммуникационные технологии в активизации познавательной деятельности учащихся	172

Samandar BABAYEV
Buxoro davlat universiteti
amaliy matematika va dasturlash
texnologiyalari kafedrası
o'qituvchisi,
fizika-matematika fanlari
bo'yicha falsafa doktori

Nurali OLIMOV
Buxoro davlat universiteti
amaliy matematika va dasturlash
yexnologiyalari kafedrası
magistranti

Mirjalol MAHMUDOV
Buxoro davlat universiteti
amaliy matematika va dasturlash
yexnologiyalari kafedrası
magistranti

$W_{2,\sigma}^{(2,1)}(0,1)$ HILBERT FAZOSIDA OPTIMAL INTERPOLYATSION FORMULANING EKSTREMAL FUNKSIYASINI TOPISHNING METODOLOGIYASI

Biz $\varphi(x) \cong P_\varphi(x) = \sum_{\beta=0}^N C_\beta \cdot \varphi(x_\beta)$ interpolatsion formulani tahlil qilamiz. So'ngra bu interpolatsion formulaning xatoligini baholaymiz. ℓ xatolik funksionalining ekstremal funksiyasini topamiz.

Kalit so'zlar: Hilbert fazosi, optimal interpolatsion formula, xatolik funksionali, norma, ekstremal funksiya, differensial operator, fundamental yechim.

Анализируем интерполяционную формулу $\varphi(x) \cong P_\varphi(x) = \sum_{\beta=0}^N C_\beta \cdot \varphi(x_\beta)$. Затем мы оцениваем погрешность этой формулы интерполяции. И найти крайнюю функцию функции ошибок.

Ключевые слова: Гильбертово пространство, оптимальная интерполяционная формула, функция ошибок, норма, экстремальная функция, дифференциальный оператор, фундаментальное решение.

We consider the interpolation formula $\varphi(x) \cong P_\varphi(x) = \sum_{\beta=0}^N C_\beta \cdot \varphi(x_\beta)$. Then we evaluate the error of this interpolation formula and find the extremal function of the error functional ℓ .

Key words: Hilbert space, optimal interpolation formula, error function, norm, extremal function, differential operator, fundamental solution.

Kirish. Quyidagi interpolatsion formulani muhokama qilamiz:

$$\varphi(x) \cong P_\varphi(x) = \sum_{\beta=0}^N C_\beta \cdot \varphi(x_\beta) \quad (1)$$

Bunda, C_β va x_β lar mos ravishda (1)- interpolatsion formulaning koeffitsiyentlari va tugunlari. Bunday turdagi interpolatsion formulalar turli fazolarda [1], [2], [3], [6] va [7] ishlarda ham o'rganilgan va qurilgan. Shuningdek, ushbu fazoda $\sigma = 1$ bo'lgan holda Furrye integrallarini taqribiy hisoblash uchun [4], [5] va [8] ishlarda optimal kvadratur formulalar qurilib, ularning xatoligini baholangan.

Asosiy qism. Faraz qilamiz φ funksiya Hilbert fazosiga tegishli bo'lsin.

$W_{2,\sigma}^{(2,1)}(0,1) = \{\varphi: [0,1] \rightarrow R | \varphi' \text{ absolut uzliksiz va } \varphi'' \in L_2(0,1)\}$ va norma quyidagicha aniqlangan:

$$\|\varphi\|_{W_{2,\sigma}^{(2,1)}} = \left\{ \int_0^1 (\varphi'' + \sigma\varphi')^2 dx \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

Bu yerda $\sigma \in R, \sigma \neq 0$ va skalyar ko'paytma:

$$\langle \varphi, \psi \rangle_{W_{2,\sigma}^{(2,1)}} = \int_0^1 (\varphi''(x) + \sigma\varphi'(x))(\psi''(x) + \sigma\psi'(x)) dx.$$

(1) - interpolatsion formulaning xatoligi

$(\ell, \varphi) = \varphi(z) - \sum_{\beta=0}^N C_\beta(z) \cdot \varphi(x_\beta)$, φ funksiyaning ℓ funksionali.

Bundan yuqoridagi skalyar ko'paytmaning formulasidan foydalanib, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\ell(z) = \delta(x-z) - \sum_{\beta=0}^N C_\beta(z) \cdot \delta(x-x_\beta) \quad (3)$$

$$(\ell, \varphi) = \langle \varphi, \psi_\ell \rangle_{W_{2,\sigma}^{(2,1)}} \quad (4)$$

Shunday qilib oxirgi tenglikdan $\|\ell\|_{W_{2,\sigma}^{(2,1)*}} = \|\psi_\ell\|_{W_{2,\sigma}^{(2,1)}}$ tenglikni olamiz.

Bunda ψ_ℓ funksiya ℓ funksionalning ekstremal funksiyasi.

(1)-formulaning xatoligini baholash uchun Koshi-Shvars tengsizligidan foydalanamiz:

$$|(\ell, \varphi)| \leq \|\ell\|_{W_{2,\sigma}^{(2,1)*}} \|\varphi\|_{W_{2,\sigma}^{(2,1)}}$$

Yuqoridagi tengsizlikni tenglikka aylantiradigan ψ_ℓ funksiya ℓ funksional uchun ekstremal funksiya deyiladi.

Muhokamalar va natijalar. Ekstremal funksiya

(4)- tenglikning o'ng tomonining integral ko'rinishini bo'laklab integrallaymiz:

$$\begin{aligned}
\langle \varphi, \psi_\ell \rangle &= \int_0^1 (\varphi''(x) + \sigma\varphi'(x))(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))dx = \\
&= \int_0^1 \varphi''(x) (\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))dx + \sigma \int_0^1 \varphi'(x)(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))dx = \\
&= \varphi'(x)(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))|_0^1 - \int_0^1 \varphi'(x)(\psi_\ell'''(x) + \sigma\psi_\ell''(x))dx + \\
&\quad + \int_0^1 \varphi'(x)(\sigma\psi_\ell''(x) + \sigma^2\psi_\ell'(x))dx = \\
&= \varphi'(x)(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))|_0^1 - \int_0^1 \varphi'(x)(\psi_\ell''(x) - \sigma^2\psi_\ell'(x))dx = \\
&= \varphi'(x)(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))|_0^1 - \varphi(x)(\psi_\ell'''(x) - \sigma^2\psi_\ell''(x))|_0^1 + \\
&\quad + \int_0^1 \varphi(x) (\psi_\ell^{IV}(x) - \sigma^2\psi_\ell''(x)) dx = \\
&= \int_0^1 \varphi(x) (\psi_\ell^{IV}(x) - \sigma^2\psi_\ell''(x))dx = (\ell, \varphi)
\end{aligned}$$

Bu yerdan quyidagi chegaraviy masalani olamiz:

$$(\psi_\ell''(x) + \sigma\psi_\ell'(x))|_0^1 = 0, (5)$$

$$(-\psi_\ell'''(x) + \sigma^2\psi_\ell'(x))|_0^1 = 0, (6)$$

$$\psi_\ell^{IV}(x) - \sigma^2\psi_\ell''(x) = \ell(x). (7)$$

Endi (7)- tenglamani (5)- va (6)- shartlarda yechamiz. (7)- tenglamaga mos bir jinsli tenglama:

$$\psi_\ell^{IV}(x) - \sigma^2\psi_\ell''(x) = 0 (8)$$

(8)- tenglamaning xarakteristik tenglamasi

$$a^4 - \sigma^2 a^2 = 0$$

Bundan $a_1 = a_2 = 0$ va $a_{3,4} = \pm\sigma$.

(8)- tenglamaning umumiy yechimi

$$d_0 + d_1x + d_2e^{-\sigma x} + d_3e^{\sigma x}$$

va (7)- tenglamaning xususiy yechimi: $\ell(x) + G(x)$.

Bunda $G(x)$ -bu $\frac{d^4}{dx^4} - \sigma^2 \frac{d^2}{dx^2}$ differensial operatorning fundamental [9] yechimi, ya'ni quyidagi tenglamani qanoatlantiradi

$$\frac{d^4}{dx^4} \psi_\ell - \frac{\sigma^2 d^2}{dx^2} \psi_\ell = \delta(x). (9)$$

Ushbu qoidalarni qo'llaymiz. Buning uchun $\frac{d}{dx}$ operatorni p parametr bilan almashtiramiz va operatorga mos ko'phadni olamiz va $\mathcal{P}(p)$ bilan belgilaymiz:

$$\mathcal{P}(p) = p^4 - \sigma^2 p^2 = p^2(p - \sigma)(p + \sigma).$$

Endi $\frac{1}{\mathcal{P}(p)}$ kasrni elementar kasrlarga yoyamiz:

$$\frac{1}{\mathcal{P}(p)} = \frac{1}{p^2(p - \sigma)(p + \sigma)} = \frac{a}{p^2} + \frac{B}{p - \sigma} + \frac{C}{p + \sigma} = \frac{1}{2\sigma^3} \left(-\frac{2\sigma}{p^2} + \frac{1}{p - \sigma} - \frac{1}{p + \sigma} \right).$$

Bundan quyidagi fundamental yechimga ega bo'lamiz:

$$G(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma x + e^{\sigma x} - e^{-\sigma x}). (10)$$

Va uning hosilalarini olib, (8)- tenglikga qo'yib tekshirib ko'rishimiz mumkin:

$$G'(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma + \sigma e^{\sigma x} + \sigma e^{-\sigma x}),$$

$$G''(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^2 e^{\sigma x} - \sigma^2 e^{-\sigma x}),$$

$$G'''(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^3 e^{\sigma x} + \sigma^3 e^{-\sigma x}),$$

$$G^{IV}(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^4 e^{\sigma x} - \sigma^4 e^{-\sigma x}) + \delta(x).$$

U holda (7) tenglamani umumiy yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\psi_\ell(x) = (G * \ell)(x) + d_2 e^{-\sigma x} + d_3 e^{\sigma x} + d_1 x + d_0 \quad (11)$$

$W_{2,\sigma}^{(2,1)}$ fazasiga $\psi_\ell(x)$ funksiya yagona ya'ni uni (5)- va (6)- shartlardan aniqlaymiz:

$$\psi_\ell^{(k)}(x) = \ell(x) * G^{(k)}(x) + d_2 (-\sigma)^k e^{-\sigma x} + d_3 \sigma^k e^{\sigma x} + (d_1 x + d_0)_x^k, \\ k = 1, 2, \dots, m-1.$$

$$\psi'_\ell(x) = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma + \sigma e^{\sigma x} + \sigma e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma e^{\sigma x} - d_2 \sigma e^{-\sigma x} + d_1,$$

$$\psi''_\ell(x) = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^2 e^{\sigma x} - \sigma^2 e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma^2 e^{\sigma x} + d_2 \sigma^2 e^{-\sigma x},$$

$$\psi'''_\ell(x) = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^3 e^{\sigma x} + \sigma^3 e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma^3 e^{\sigma x} - d_2 \sigma^3 e^{-\sigma x}.$$

Endi (5)- shartga ko'ra

$$\psi''_\ell(x) + \sigma \psi'_\ell(x) = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^2 e^{\sigma x} - \sigma^2 e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma^2 e^{\sigma x} + d_2 \sigma^2 e^{-\sigma x} \\ + \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma^2 + \sigma^2 e^{\sigma x} + \sigma^2 e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma^2 e^{\sigma x} - d_2 \sigma^2 e^{-\sigma x} + d_1 \sigma = \\ = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (2\sigma^2 e^{\sigma x} - 2\sigma^2) \right) + 2d_3 \sigma^2 e^{\sigma x} + d_1 \sigma = \\ = \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(x-y)}{2\sigma} (e^{\sigma(x-y)} - 1) \right) + 2d_3 \sigma^2 e^{\sigma x} + d_1 \sigma.$$

Hosil bo'lgan tenglikga (5)- chegaraviy shartlarni qo'yib

$$\begin{cases} x = 1 \text{ uchun: } \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(1-y)}{2\sigma} (e^\sigma e^{-\sigma y} - 1) \right) + 2d_3 \sigma^2 e^\sigma + d_1 \sigma = 0, \\ x = 0 \text{ uchun: } \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(-y)}{2\sigma} (e^{-\sigma y} - 1) \right) + 2d_3 \sigma^2 + d_1 \sigma = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Endi (6)- chegaraviy shartdan

$$\psi'''_\ell(x) - \sigma^2 \psi'_\ell(x) = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (\sigma^3 e^{\sigma x} + \sigma^3 e^{-\sigma x}) \right) + d_3 \sigma^3 e^{\sigma x} - \\ - \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma^3 + \sigma^3 e^{\sigma x} + \sigma^3 e^{-\sigma x}) \right) - d_3 \sigma^3 e^{\sigma x} + d_2 \sigma^3 e^{-\sigma x} - d_1 \sigma^2 \\ = \ell(x) * \left(\frac{\text{sign}x}{2} \right) - d_1 \sigma^2 = \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(x-y)}{2} \right) - d_1 \sigma^2.$$

Shunday qilib $x = 1$ va $x = 0$ uchun quyidagi sistemaga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(1-y)}{2} \right) - d_1 \sigma^2 = 0 \\ \left(\ell(y), \frac{\text{sign}(-y)}{2} \right) - d_1 \sigma^2 = 0 \end{cases} \quad (13)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}(\ell(y), 1) - d_1 \sigma^2 = 0 \\ -\frac{1}{2}(\ell(y), 1) - d_1 \sigma^2 = 0 \end{cases} \Rightarrow d_1 = 0, (\ell(y), 1) = 0. \quad (14)$$

Endi (12) sistemadan

$$\begin{cases} \frac{e^\sigma}{2\sigma}(\ell(y), e^{-\sigma y}) - \frac{1}{2\sigma}(\ell(y), 1) + 2d_3 \sigma^2 e^\sigma + d_1 \sigma = 0 \\ -\frac{1}{2\sigma}(\ell(y), e^{-\sigma y}) + \frac{1}{2\sigma}(\ell(y), 1) + 2d_3 \sigma^2 + d_1 \sigma = 0 \end{cases}$$

(14)- tenglikni hisobga olib,

$$\begin{cases} \frac{e^\sigma}{2\sigma}(\ell(y), e^{-\sigma y}) + 2d_3 \sigma^2 e^\sigma = 0 \\ -\frac{1}{2\sigma}(\ell(y), e^{-\sigma y}) + 2d_3 \sigma^2 = 0 \end{cases} \Rightarrow d_3 = 0, (\ell(y), e^{-\sigma y}) = 0.$$

(11)- ifodadan $a=d_2$, $d=d_0$ deb belgilab, (11)- ifodaningning koeffitsiyentlari aniqlangani uchun qayta yozamiz:

$$\psi_\ell(x) = (G * \ell)(x) + ae^{-\sigma x} + d. \quad (15)$$

Shunday qilib, quyidagi teorema isbotlandi.

Teorema 1. (5)- va (7)- chegaraviy masalalarning yechimi (3)- xatolik funksionalining ekstremal funksiyasi bo'ladi va quyidagi ko'rinishga ega

$$\psi_\ell(x) = \ell(x) * G(x) + ae^{-\sigma x} + d,$$

bunda:

$$G(x) = \frac{\text{sign}x}{4\sigma^3} (-2\sigma x + e^{\sigma x} - e^{-\sigma x}).$$

Xulosa. Ushbu ishda, $W_{2,\sigma}^{(2,1)}(0,1)$ fazosida (1)- optimal interpolatsion formula qurishdagi xatolik funksionalining ekstremal funksiya aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Babaev, S.S (2019), On an optimal interpolation formula in $K_2(P_2)$ space. *Uzbek Mathematical Journal*, №1, pp.28-42, <https://doi.org/10.29229/uzmj.2019-1-4>.
2. Babaev, S.S, Hayotov, A.R.(2019). Optimal interpolation formulas in the space $W_2^{(m,m-1)}$. *Calcolo* 56:23, <https://doi.org/10.1007/s10092-019-0320-9>.
3. Babaev, S.S, Davronov, J. R. Mamatova, N. H.(2020). On an optimal interpolation formula in the space $W_{2,\sigma}^{(1,0)}$. *Bulletin of the Institute of Mathematics*, №4, pp.1-12.
4. Babaev, S.S, Hayotov, A. R., Khayriev, U. N.(2020). On an optimal quadrature formula for approximation of Fourier integrals in the space $W_2^{(1,0)}(0,1)$. *Uzbek Mathematical Journal*, No2, p.23-36, <https://doi.org/10.29229/uzmj.2020-2-3>.
5. Hayotov, A. R., Babaev, S.S.(2020). Optimal quadrature formulas for computing of Fourier integrals in a Hilbert space. *Problems of Computational and Applied Mathematics*. Tashkent, 4 (28), 73-84.
6. Хаётов, А. Р, Бабаев, С. С.(2014). Вычисление коэффициентов оптимальных интерполяционных формул в пространстве $W_2^{(2,1)}(0,1)$. *Uzbek Mathematical Journal*, №3, pp.126-133.
7. Бабаев, С.С., Маматова, Н.Х., Хаётов, А.Р(2017). Оптимальные интерполяционные формулы в пространстве $L_2^{(m)}(0,1)$. *Uzbek Mathematical Journal*, №2, pp.23-31.
8. Hayotov, A. R., Babaev, S.S.(2021). Optimal quadrature formulas for computing of Fourier integrals in $W_2^{(m,m-1)}$ space. *AIP Conference Proceedings* 2365, 020021.
9. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. - М.: "Наука", 1979. - 320 с.

Жура ЖУМАЕВ

Доцент

Бухарского государственного
университета

Мархабо ТОШЕВА

Магистрант

Бухарского государственного
университета