$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i|$$

Ниже приведены значения метрик MSE, RMSE и MAE для моделей ARIMA, LSTM и XGBoost, рассчитанные на основе прогноза курса USD/UZS за период январь–март 2025 года. Эти данные отражают качество моделей на реальном интервале времени.

Модель	MSE	RMSE	MAE
ARIMA	0.147579	0.384160	0.301899
LSTM	0.324405	0.569566	0.448367
XGBoost	0.065491	0.255912	0.206883

Заключение. Результаты анализа показывают, что все три модели – ARIMA, LSTM и XGBoost — способны прогнозировать курс USD/UZS с приемлемой точностью в краткосрочном периоде. Однако на основе данных за январь–март 2025 года модель XGBoost продемонстрировала наименьшие значения ошибок: MSE = 0.065, RMSE = 0.256, MAE = 0.207. Это указывает на её высокую способность к точному прогнозированию при наличии умеренного объёма данных. Следовательно, XGBoost может быть предпочтительной моделью для задач экономико-математического моделирования валютных курсов.

Список использованных источников:

(1). Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 5-е изд. Wiley, 2015.

(2). Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory. Neural Computation. 1997, T. 9, № 8, с. 1735–1780.

(3). Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD Conference. 2016, с. 785–794.

(4). Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 2-е изд. OTexts, 2018.

(5). Brownlee J. Deep Learning for Time Series Forecasting. Machine Learning Mastery, 2020.

(6). Zhang G.P. Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. Neurocomputing. 2003, T. 50, с. 159–175.

(7). Friedman J., Hastie T., Tibshirani R. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2001.

(8). Abadi M. и др. TensorFlow: A system for large-scale machine learning. 12-я конференция USENIX по проектированию операционных систем. 2016. с. 265–283.

(9). Raschka S., Mirjalili V. Python Machine Learning. 3-е изд. “Packt Publishing”, 2022.

(10). Центральный банк Республики Узбекистан. Официальные курсы валют (USD/UZS), 2024–2025. – URL: https://www.cbu.uz

Matyakubov Zokirbek Qadamovich (Urganch davlat universiteti “Matematik tahlil” kafedrasi dotsenti; E-mail: zokirbekmatyakubov@gmail.com),
Raximboyeva Hurmatoy Qaxramon qizi (Urganch davlat universiteti magistratura talabasi; E-mail: hurmatoy_0504@icloud.com)

MATRITSAVIY YUQORI YARIM TEKISLIKLAR DEKART KO‘PAYTMASIDA INTEGRAL FORMULA

Annotatsiya. *Matritsaviy yuqori yarim tekislik chegaralanmagan soha hisoblanadi, lekin bu sohada ham Karleman formulasini topish masalasi muhim rol o‘ynaydi. Ushbu maqolada* $\mathbb{C}^n\left[m \times m\right]$ *fazoda matritsaviy yuqori yarim tekisliklarning dekart ko‘paytmasi uchun Karleman formulasi isbotlangan.*

Kalit so‘zlar: *matritsaviy yuqori yarim tekislik, matritsaviy polidoira, Hardi sinfi, matritsaviy birlik polidoira avtomorfizmi.*

Матякубов Зокирбек Кадамович (доцент кафедры математического анализа Ургенчского государственного университета),
Рахимбаева Хурматой Кахрамон кизи (магистрант Ургенчского государственного университета)

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ФОРМУЛА В ДЕКАРТОВОМ ПРОИЗВЕДЕНИИ МАТРИЧНЫХ ВЕРХНИХ ПОЛУПЛОСКОСТЕЙ

Аннотация. *Матричная верхняя полуплоскость является неограниченной областью, однако задача нахождения формулы Карлемана в этой области играет важную роль. В данной статье*

доказана формула Карлемана для декартова произведения матричных верхних полуплоскостей пространства $\mathbb{C}^n\left[m\times m\right]$.

Ключевые слова: *матричная верхняя полуплоскость, матричный полиэдр, класс Харди, автоморфизм матричного единичного полиэдра.*

Matyakubov Zokirbek Kadamovich (Associate Professor, Department of Mathematical Analysis, Urgench State University),
Rakhimbaeva Khurmatoy Qaxramon qizi (Master's Student, Urgench State University)

INTEGRAL FORMULA IN THE CARTESIAN PRODUCT OF MATRIX UPPER HALF-PLANES

Annotation. *The matrix upper half-plane is an unbounded domain, yet the problem of deriving the Carleman formula in this domain still plays an important role.This paper proves a Carleman formula for the Cartesian product of matrix upper half-planes in the* $\mathbb{C}^n\left[m\times m\right]$ *space.*

Keywords: *matrix upper half-plane, matrix polydisk, Hardy class, automorphism of the matrix unit polydisk.*

Kirish. Golomorf funksiyaning sohadagi qiymatini uning soha chegarasining qismidagi qiymatlari yordamida tiklash masalasi, dastlab, 1926-yilda T.Karleman tomonidan yechilgan [1]. Shu sababdan bunday masalani yechimi bo'ladigan integral formulalar Karleman formulalari deb ataladi. Karleman formulasi G.M.Goluzin va V.I.Krilov [2] tomonidan «yordamchi funksiya» kiritish usuli yordamida kompleks kompleks tekislikdagi ixtiyoriy bir bog'lamli sohalar uchun umumlashtirildi. Ko'p o'lchovli fazoda golomorf funksiyalarni uning chegarasining qismidagi qiymatlari bo'yicha tiklovchi Karleman formulalari L.A. Ayzenberg [3], A.M.Kytmanov va T.N.Nikitina, G.Xudayberganov, S.Kosbergenov, B.A.Shoimqulov va boshqa olimlarning ishlarida olingan.

Ushbu maqolada $\mathbb{C}^n\left[m\times m\right]$ fazoda matritsaviy yuqori yarim tekisliklarning dekart ko'paytmasi uchun Karleman formulasi isbotlangan.

Kompleks m^2 o'zgaruvchili $\mathbb{C}^{m^2}$ fazoni qaraymiz. Ba'zi masalalarda ushbu fazodagi Z nuqtani $Z=(z_{ij})_{i,j=1}^{m}$, ko'rinishida, ya'ni $\left[m\times m\right]$ o'lchamli kvadrat matritsa ko'rinishida ifodalash qulay. $\mathbb{C}^{m^2}$ fazo esa $\mathbb{C}\left[m\times m\right]$ ko'rinishida belgilanadi.

Kartan klassifikatsiyasiga ko'ra, $\Re_2$ ikkinchi tip klassik soha quyidagicha aniqlanadi [4]:

$$\Re_2=\left\{Z\in\mathbb{C}\left[m\times m\right]: I-Z\overline{Z}>0, Z^{'}=Z\right\}$$

bu yerda $I-$ birlik $\left[m\times m\right]-$matritsa.

Bu sohaning ostovini (Shilov chegarasini) $S(\Re_2)$ bilan belgilaymiz, ya'ni

$$S(\Re_2)=\left\{Z\in\mathbb{C}\left[m\times m\right]: I-Z\overline{Z}=0, Z^{'}=Z\right\}$$

$\mathbb{C}^n\left[m\times m\right]$ sifatida $\mathbb{C}\left[m\times m\right]$ fazoning n tasini dekart ko'paytmasini belgilaymiz.

Ikkinchi tip klassik sohalarning dekart ko'paytmasi yordamida $\mathbb{C}^n\left[m\times m\right]$ fazoda matritsaviy polidoirani quyidagicha aniqlaymiz:

$$T_n=\underbrace{\Re_2\times\ldots\times\Re_2}_{n}=\left\{Z=\left(Z_1,Z_2,\ldots,Z_2\right): Z_j\in\Re_2,\left(Z_j\right)^{'}=Z_j, j=1,2,\ldots,n\right\}.$$

Bu sohaning ostovi quyidagicha aniqlanadi:

$$S(T_n)=\underbrace{S(\Re_2)\times\ldots\times S(\Re_2)}_{n}$$

Matritsaviy polidoira T_n ning $A\in T_n$ nuqtasini 0 nuqtasiga o'tkazuvchi avtomorfizmini qaraymiz. (qarang [4], 86-bet):

$$\Phi_A(Z)=\left(\Phi_A^1(Z^1),\ldots,\Phi_A^n(Z^n)\right),$$

bu yerda

$$\Phi_A^j(Z_j) = R_j(Z_j - A_j)(I - \overline{A}_j Z_j)^{-1} R_j^{-1}$$

$R_j - [m \times m]$ matritsa quyidagi shartni qanoatlantiradi:

$$\overline{R}_j(I - \overline{A}_j A_j')R' = I.$$

Xususan, agar $A = 0$ bo‘lsa, u holda

$$\Phi_0(Z) = (\Phi_0^1(Z^1),...,\Phi_0^n(Z^n))$$

va

$$\Phi_0^j(Z^j) = R^j Z^j (\overline{R}^j)^{-1}$$

bo‘ladi.

$E = (E^1,..,E^n) \subset S(T_n)$ musbat Lebeg o‘chovli $\mu E > 0$ to‘plam bo‘lsin. Matritsaviy birlik polidora $S(T_n)$ ostovining $\mathbb{C}^{n-1}[m \times m]$ fazodagi proyeksiyasini $S(T_{n-1})$ bilan belgilaymiz. $S(T_{n-1})$ ning nuqtalarini $\xi' = (\xi^2,...,\xi^n)$ ko‘rinishida belgilaymiz.

Endi quyidagi to‘plamlarni qaraylik:

$$E_{0,\xi} = \{Z : Z \in E, \Phi_0^1(Z^1) = \theta, \Phi_0^j(Z^j) = \theta\ \Phi_0^j(\xi^j), j = \overline{2,n}, \theta \in S(\Re_2)\},$$

$$\tilde{E}_0 = \{Z \in E : \mu_1 E_{0,\xi} > 0\}.$$

$\tilde{E}_0$ va $E_{0,\xi}$ to‘plamlar musbat o‘lchovli E to‘plamning qism to‘plamlari bo‘lib, ularning dekart ko‘paytmasi E bilan ustma-ust tushadi, ya’ni $E = E_{0,\xi} \times \tilde{E}_0$.

Quyidagicha $\varphi_0 = \exp\psi_0$ yordamchi funksiyani kiritamiz, bu yerda

$$\psi_0(\xi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{E^1_{0,\xi^1}} \frac{\eta + \lambda}{\eta - \lambda} \frac{d\eta}{\eta}.$$

E^1_{0,ξ^1} to‘plam yuqoridagi to‘plam kabi aniqlanadi va uning $\tilde{E}_{0,\xi}$ to‘plam bilan dekart ko‘paytmasi $E_{0,\xi}$ to‘plamni hosil qiladi, ya’ni $E^1_{0,\xi^1} \times \tilde{E}_{0,\xi} = E_{0,\xi}$

G soha chegaralangan qavariq, to‘la doiraviy, silliq Shilov chegarasiga ega bo‘lgan soha bo‘lsin. G sohada golomorf bo‘lgan barcha F funksiyalar uchun $H^p(G)$ $(p > 0)$ Hardi sinfi quyidagicha aniqlanadi:

$$\sup_{0<r<1} \int_S |F(r\xi)|^p \, d\mu < +\infty,$$

bunda $r\xi = (r\xi_{11}, r\xi_{12},..., r\xi_{mm})$, va $d\mu$ esa S ko‘phillikdagi aylanishlarga nisbatan invariant normalangan Lebeg o‘lchovi.

1-lemma. *Agar* $f \in H^1(T_n)$, $E \subset S(T_n), \mu(E) > 0$ bo‘lsa, quyidagi formula

$$f(0) = \frac{m}{\int_{\tilde{E}_0} d\mu_{n-1} \int_{\tilde{E}_{0,\xi}} d\mu_0} \lim_{l \to \infty} \int_E f(Z) \left[\frac{\varphi_0(\xi)}{\varphi_0(0)}\right]^l d\mu$$

o‘rinli bo‘ladi.

$\xi' = (\xi_2, \xi_3,..., \xi_n) \in T_{n-1}$ ko‘rinishda belgilaymiz, endi quyidagi to‘plamni aniqlaylik:

$$E_{A,\xi}=\left\{Z: Z\in E, \Phi_A^1(Z^1)=\theta, \Phi_A^j(\xi^j)=\theta\ \Phi_A^j(\xi^j), j=\overline{2,n}, \theta\in S_2\right\},$$

Bu o‘lchovli to‘plam bo‘lib, deyarli barcha A va $\overset{\backsim}{\xi}$ nuqtalar uchun. μ_1 bilan aniqlanadi. $\tilde{E}_A$. to‘plamni $\left\{\overset{\backsim}{\xi}: \overset{\backsim}{\xi}\in S(T_{n-1}), \mu_1 E_{A,\xi}>0\right\}$ ko‘rinishida aniqlaymiz. Bunda $E_{A,\xi}\times\tilde{E}_A=E$. Fubini teoremasiga ko‘ra, $\left(\dfrac{(m+1)(n-1)}{2}\right)$ o‘lchamli to‘plamning Lebeg o‘lchovi musbat bo‘ladi.

Yuqoridagi kabi, quyidagi yordamchi funksiyani kiritamiz:

$$\varphi_A=\exp\psi_A,\ \psi_A(\xi)=\frac{1}{2\pi i}\int\limits_{E^1_{A,W^1}}\frac{\eta+\lambda}{\eta-\lambda}\frac{d\eta}{\eta}.$$

bu yerda

$$E_{A^1,w^1}=\left\{\xi^1\in E^1, \xi=\left(\Phi_A^1\right)^{-1}\left(\lambda\left(\Phi_A^1\right)^{-1}(w)\right), |\lambda|=1\right\},\ W\in\Phi_A^1(SU(m)).$$

1-teorema. *Agar* $f\in H^1(T_n), E\subset S(T_n), \mu(E)>0$ bo‘lsa, *barcha* $A\in T_n$ *uchun quyidagi Karleman fomulasi o‘rinli bo‘ladi:*

$$f(A)=\frac{m}{\mu_{\frac{(m+1)(n-1)}{2}}\left(\Phi_A^{-1}\left(\tilde{E}_A\right)\right)\mu\left(\Phi_A^{-1}\left(\tilde{E}_{A,\xi}\right)\right)}\times$$

$$\times\lim_{l\to\infty}\int_E f(Z)\left[\frac{\varphi_A(Z)}{\varphi_A(A)}\right]^l\prod\nolimits_{j=1}^n H(A^j,\overline{Z}^j)d\mu(Z),$$

bu yerda

$$H(A^j,\overline{Z}^j)=\frac{1}{\det\left(I^{(m)}-A^j,\overline{Z}^j\right)^{\frac{m+1}{2}}}$$

ikkinchi tip klassik soha uchun Koshi yadrosi.

Asosiy qism. Quyidagi chegaralanmagan sohani qaraylik:

$$D=D_1\times D_2\times\ldots\times D_n=\left\{W=(W_1,W_2,\ldots,W_n)\in\mathbb{C}^n[m\times m]:\ \operatorname{Im}W_j>0,\ W_j^{'}=W_j, j=\overline{1,n}\right\}$$

Bu sohaning ostovini Γ quyidagicha belgilaymiz:

$$\Gamma=\Gamma_1\times\Gamma_2\times\ldots\times\Gamma_n=\left\{V=(V_1,V_2,\ldots,V_n)\in\mathbb{C}^n[m\times m]:\ \operatorname{Im}V_j=0,\ V_j^{'}=V_j, j=\overline{1,n}\right\}$$

Matritsaviy polidoira $S(T_n)$ ni matritsaviy yuqori yarim tekisliklar dekart ko‘paytmasi D ga va $S(T_n)$ ostovni Γ ostovga bigolomorf akslantiruvchi Keli almashtirishni $\Phi=\left(\Phi^1,\Phi^2,\ldots,\Phi^n\right)$ orqali belgilaymiz, bu yerda

$$W_j=\Phi_j(Z)=i(I+Z_j)(I-Z_j)^{-1}, j=\overline{1,n} \tag{1}$$

$\dot{U}-S(T_n)$ ostovdagi hajm element, $\dot{V}-\Gamma$ ostovdagi hajm element. Ma’lumki,

$$\dot{U}=\prod_{j=1}^n\dot{U}_j,\ \dot{V}=\prod_{j=1}^n\dot{V}_j,$$

bu yerda $\dot{U}_j\in\left\{U_j(U_j)^*=I\right\}$, $\dot{V}_j\in\left\{\operatorname{Im}V_j=0\right\}$. $\dot{U}_j$ va $\dot{V}_j$ orasidagi bog‘lanish quyidagicha aniqlanadi [4]:

$$\dot{U}_j = 2^{\frac{m(m+1)}{2}} \left|\det(V_j + iI)\right|^{-(m+1)} \dot{V}_j.$$

2-lemma [5]. Quyidagi munosbat o‘rinli:

$$\dot{U} = \dot{U}_1 \wedge \ldots \wedge \dot{U}_n = 2^{\frac{nm(m+1)}{2}} \prod_{j=1}^{n} \left|\det(V_j + iI)\right|^{-(m+1)} \dot{V}.$$

$$f(i(I + Z_j)(I - Z_j)^{-1}) \in H^1(T_n), j = \overline{1,n}$$

o‘rinli faqat va faqat quyidagi shart bajarilsa,

$$\frac{f(W_j)}{\det^2(W_j + iI)} \in H^1(D_n), j = \overline{1,n} \tag{2}$$

2-teorema. *Agar* $f \in A(D_n)$ *funksiya (2) shartni qanoatlantirsa,* $\tilde{E} = \tilde{E}_1 \times \ldots \times \tilde{E}_n \subset \Gamma$ *mus-bat Lebeg o‘lchovli to‘plam bo‘lsa, ostovning kompaktida tekis yaqinlashuvchi quyidagi Karleman for-mulasi o‘rinli bo‘ladi:*

$$f(W) = \prod_{j=1}^{n} \frac{\det^{\frac{m+1}{2}}(W_j + iI)}{i^{\frac{nm(m+1)}{2}}} \cdot \lim_{l\to\infty} \int_{\tilde{E}} f(V) \left[\frac{\tilde{\varphi}(V)}{\tilde{\varphi}(W)}\right]^l \times,$$

$$\times \prod_{j=1}^{n} \det^{\frac{-(m+1)}{2}} \left(\overline{V}_j - W_j\right) \det^{\frac{-(m+1)}{2}} (V_j + iI) d\mu_{V_j} \tag{3}$$

bu yerda $V_j \in \tilde{E}_j$, $V \in \tilde{E}$

Isbot. Quyidagi akslantirishni qaraylik:

$$F(Z_j) = f\left(i(I + Z_j)(I - Z_j)^{-1}\right).$$

$F(Z) \in H^1(T_n)$ uchun 1-teoremaga ko‘ra, Karleman formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$F(Z) = \lim_{l\to\infty} \int_{M} F(U) \left[\frac{\varphi(U)}{\varphi(Z)}\right]^l \prod_{j=1}^{n} \frac{d\mu_U}{\det^{\frac{(m+1)}{2}}(I - Z_j\overline{U}_j)},$$

bunda $E = E_1 \times E_2 \times .. \times E_n \subset S(T_n)$ to‘plam $\tilde{E} = \tilde{E}_1 \times \tilde{E}_2 \times .. \times \tilde{E}_n \subset S(T_n)$ to‘plamning matritsaviy yuqori yarim tekislikni matritsaviy birlik polidoiraga akslantiruvchi $Z_j = \left(W_j + iI\right)\left(W_j - iI\right)^{-1}$ akslantirish yordamidagi aksi.

Endi yuqoridagi (1) akslantirishga teskari bo‘lgan akslantirishni qaraymiz:

$$Z_j = \left(W_j + iI\right)\left(W_j - iI\right)^{-1}, \; U_j = \left(V_j + iI\right)^{-1}\left(V_j - iI\right),$$

va quyidagi hisoblashlarni bajaramiz:

$$I - Z_j U_j^* = I - \left(W_j + iI\right)^{-1}\left(W_j - iI\right)\left(\overline{V}_j + iI\right)\left(\overline{V}_j - iI\right)^{-1} =$$

$$\left(W_j + iI\right)^{-1}\left[\left(W_j + iI\right)\left(\overline{V}_j - iI\right) - \left(W_j - iI\right)\left(\overline{V}_j + iI\right)\right]\left(\overline{V}_j - iI\right)^{-1} =$$

$$\left(W_j + iI\right)^{-1}\left[W_j\overline{V}_j - iW_j + i\overline{V}_j + I - W_j\overline{V}_j - iW_j + i\overline{V}_j - I\right]\left(\overline{V}_j - iI\right)^{-1} =$$

$$2i\left(W_j + iI\right)^{-1}\left[\overline{V}_j - W_j\right]\left(\overline{V}_j - iI\right)^{-1}.$$

Yuqoridagi 2-lemmadan quyidagi tenglik o‘rinli bo‘ladi:

$$d\mu_U = 2^{\frac{nm(m+1)}{2}} \prod_{j=1}^{n} \left|\det(V_j + iI)\right|^{-(m+1)} d\mu_V$$

Hisoblashlar natijasida quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\prod_{j=1}^{n} \frac{d\mu_U}{\det^{\frac{(m+1)}{2}}(I - Z_j U_j^*)} =$$

$$= \frac{1}{(2i)^{\frac{nm(m+1)}{2}} \prod_{j=1}^{n} \det^{\frac{-(m+1)}{2}}\left(W_j + iI\right)\det^{\frac{m+1}{2}}\left(\overline{V}_j - W_j\right)\det^{\frac{-(m+1)}{2}}\det^{\frac{-(m+1)}{2}}\left(\overline{V}_j - iI\right)} \times$$

$$\times 2^{\frac{nm(m+1)}{2}} \prod_{j=1}^{n} \det\left|V_j + iI\right|^{-(m+1)} d\mu_V = \frac{\prod_{j=1}^{n} \det^{\frac{-(m+1)}{2}}\left(W_j + iI\right)\prod_{j=1}^{n} \det^{\frac{m+1}{2}}\left(\overline{V}_j - iI\right)}{(2i)^{\frac{nm(m+1)}{2}}} \times$$

$$\times \frac{2^{\frac{nm(m+1)}{2}} d\mu_V}{\prod_{j=1}^{n} \det^{\frac{m+1}{2}}(\overline{V}_j - iI)\det^{\frac{m+1}{2}}(\overline{V}_j + iI)} = \prod_{j=1}^{n} \frac{\det^{\frac{m+1}{2}}(W_j + iI)}{i^{\frac{nm(m+1)}{2}} \det^{\frac{m+1}{2}}\left(\overline{V}_j - W_j\right)\det^{\frac{m+1}{2}}\left(\overline{V}_j + iI\right)} d\mu_V$$

Bunda $\tilde{\varphi}$ funksiya $E = \left(E^1, .., E^n\right) \subset S(T_n)$ to‘plam uchun φ funksiya vazifasini bajaradi. M.A.Lavrentev teoremasiga ko‘ra, [8] $E = \left(E^1, .., E^n\right) \subset S(T_n)$ to‘plam musbat Lebeg o‘lchovli to‘plam bo‘ladi. $E = \left(E^1, .., E^n\right) \subset S(T_n)$ to‘plamning garmonik o‘lchovi $E = \left(E^1, .., E^n\right) \subset S(T_n)$ to‘plamning garmonik o‘lchoviga o‘tadi, φ funksiya esa $\tilde{\varphi}$ ga o‘tadi va natijada (3) fomula hosil bo‘ladi.

Xulosa. Ushbu maqolada $\mathbb{C}^n\left[m \times m\right]$ fazoda matritsaviy yuqori yarim tekisliklarning dekart ko‘paytmasi uchun Karleman formulasi isbotlandi. Matritsaviy yuqori yarim tekislik chegaralanmagan soha hisoblanadi, lekin bu sohada ham Karleman formulasini topish masalasi muhim rol o‘ynaydi.

Keltirilgan natijalar Zigel tipidagi sohalar bilan bog‘liq bo‘lgan holatlar uchun hosil qilingan integral matematik fizikadagi va funksional analiz sohalarida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan nazariy asosni taqdim etadi

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

[1]. Carleman T. Les functions analytiques. Paris, 1926, 115 p.

[2]. Голузин Г.М., Крылов В.И. Обобщенная формула Карлемана и ее приложение к аналитическому продолжению функций. Мат. сб., 1933, т. 40, № 2, с. 144–149.

[3]. Айзенберг Л.А. Формулы Карлемана в комплексном анализе. Новосибирск, “Наука”, 1990, 248 с.

[4]. Хуа Локен. Гармонический анализ функций многих комплексных переменных в классических областях. М., ИЛ, 1959, 163 с.

[5]. B.T.Kurbanov, Morera’s Boundary Theorem in Siegel Domain of the First Kind, Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics, 15(2), 2022, p. 253–260.

[6]. U.S.Rakhmonov, Z.K.Matyakubov. Carleman’s formula for the matrix domains of Siegel. Chebishevskiy sbornik, 2022, Vol. 23, № 4. DOI 10.22405/2226-8383-2022-23-4-126-135.

[7]. J.Sh.Abdullayev, K.Sh.Ruzmetov, Z.K.Matyakubovю Carleman’s Integral Formula in Cartesian Product of Matrix Upper Half-Plane// Azerbaijan Journal of Mathematics V. 14, № 2, 2024, July ISSN 2218-6816 https://doi.org/10.59849/2218-6816.2024.2.36

[8]. Привалов И.И. Граничные свойства аналитических функций. М., Гостехиздат, 1950, 338 с.