BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI 1930

ISSN 2181-6833

PEDAGOGIK MAHORAT

MS

2022

ISSN 2181-6833

9 772181 683301

ISSN 2181-6883

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal

MAXSUS SON
(2022-yil, dekabr)

Jurnal 2001-yildan chiqa boshlagan

Buxoro – 2022

ХАЯТОВ Хуршиджон Усманович

Преподаватель Бухарского государственного университета

ЯРАШОВ Ихтиёр Бахтиёр угли

Магистрант Бухарского государственного университета

ИСОМИДДИНОВ Бекзоджон Озоджон угли

Студент Бухарского государственного университета

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИИ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ С ПОМОЩЬЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Основная сфера применения различных пространств обобщенных функций лежат в теории дифференциальных уравнений и в теории квадратурных и формул. По этому возникает необходимость в изучение пространств обобщенных функций, так или иначе связанных с различными областями в R^n. Современная постановка проблемы оптимизации формул приближенного интегрирования заключается в минимизации нормы функционала погрешности формулы на выбранных нормированных пространствах. В этой работе интегрируя решетчатых оптимальных интерполяционных формул в пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, мы получаем оптимальных квадратурных формул в этом же пространстве Соболева.

Ключевые слова: *квадратурная формула, функционал погрешность, пространство Соболева, обобщённая функция, функциональная пространство, экстремальная функция.*

SOBOLEV $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ FAZOSIDA OPTIMAL INTERPOLYATSION FORMULALAR YORDAMIDA KADRATUR FORMULA QURISH METODLARI

Umumlashgan funksiyalarning turli fazolarini qo'llashning asosiy yo'nalishlari differensial tenglamalar nazariyasi va kvadratur formulalari nazariyasida yotadi. Shu sababli, u yoki bu tarzda turli sohalar R^n bilan bog'liq bo'lgan umumlashgan funksiyalar fazolarini o'rganish zarurati tug'iladi. Taqribiy integrallash formulalarini optimallashtirish muammosining zamonaviy formulasi tanlangan normalangan fazolarda funksional xatolik formulasining normasini minimallashtirishdan iborat. Ushbu maqolada Sobolev fazosida to`rli optimal interpolyatsion formulalar intergallashtirilgan, Sobolev $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$ fazosida optimal kvadratur formulalar olingan.

Kalit so‘zlar: *kvadratur formula, xatolik funksionali, Sobolev fazosi, umumlashgan funksiya, funksional fazo, ekstremal funksiya.*

METHODS FOR CONSTRUCTING QUADRATIVE FORMULA USING THE OPTIMAL INTERPOLATION FORMULA IN SOBOLEV $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ SPACE

The main areas of application of various spaces of generalized functions lie in the theory of differential equations and in the theory of quadrature formulas. Therefore, there is a need to study the spaces of generalized functions connected in one way or another with various domains in R^n. The modern formulation of the problem of optimization of approximate integration formulas consists in minimizing the norm of the formula error functional on chosen normed spaces. In this paper, integrating lattice optimal interpolation formulas in the space of Sobolev $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, we obtain optimal quadrature formulas in the same space of Sobolev.

Keywords*: quadrature formula, error functional, Sobolev space, generalized function, function space, extremal function.*

Введение. Задача о построении интерполяционных формул является одной из классических задач вычислительной математики и численного анализа.

Теории интерполяционных формул построены многими авторами, например, [1-5]. Допустим, что в *n+1* произвольно расположенных точках $\{x_i\}\left(i=\overline{0,N}\right),$ которые всюду ниже мы будем называть узлами интерполирования, дани значения $f(x_0), f(x_1),...., f(x_N)$ функции $f(x)$.

Требуется построит интерполяционную формулу $P_f(x),$ т.е.

$$f(x)\cong P_f(x)=\sum_{\lambda=0}^{N}C_\lambda(x)f(x_\lambda), \quad (1)$$

Совпадающую с функцией $f(x)$ в узлах интерполирования:

$$f(x_i)=P_f(x_i), \quad i=0,1,...N, \quad (2)$$

здесь точки $x_\lambda\in T_1$ и параметры $C_\lambda(x)$ называем соответственно узлами и коэффициентами интерполяционной формулы (1), T_1-одномерный тор ,т.е. окружность длины равной единице.

Основной задачей в теории интерполирование является нахождение максимума ошибки формулы $f(x)\cong P_f(x)$ над данном классом функций. Значение этой функции в некоторой точки z есть функционал определенный как

$$<\ell(x), f(x)>=\int_{-\infty}^{\infty}\ell(x)f(x)dx=f(z)-P_f(z)=f(z)-\sum_{\lambda=0}^{N}C_\lambda(z)f(x_\lambda) \quad (3)$$

где ясно, что $P_f(z)=\sum_{\lambda=0}^{N}C_\lambda(z)f(x_\lambda)$ интерполяционная формула и

$$\ell(x)=\delta(x-z)-\sum_{\lambda=0}^{N}C_\lambda(z)\delta(x-x_\lambda) \quad (4)$$

функционал погрешности этой интерполяционной формулы, $C_\lambda(z)$- коэффициенты, а x_λ узлы формулы $P_f(z), x_\lambda\in[0,1]$, $\delta(x)$- дельта- функция Дирака и $f(x)\in\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Определение 1. Пространство $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ определяется как пространство функций заданных одномерном T_1 - окружности длины равной единице и имеющих все обобщённые производные порядка m суммируемые с квадратом [6].

Пространство $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ становится гильбертовым, если на нём вести скалярное произведение

$$< f(x),\varphi(x)> = \int_{T_1}f^{(m)}(x)\phi^{(m)}(x)dx+\left(\int_{T_1}f(x)dx\right)\left(\int_{T_1}\phi(x)dx\right).$$

Норма определяется по формуле

$$\left\|f/\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)\right\|^2 = \left(\int_{T_1}f(x)dx\right)^2 + \sum_{k\neq 0}|2\pi k|^{2m}\left|\hat{f}_k\right|^2. \quad (5)$$

Постановка задачи. Известно что $\left\|\ell/\tilde{W}_2^{(m)*}(T_1)\right\|=\sup\limits_{\|\phi\|\neq 0}\frac{|<\ell,\phi>|}{\left\|\phi/\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)\right\|}$. Функционал погрешности $\ell(x)$ интерполяционной формулы $P_f(z)$ является линейным непрерывным функционалом в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Погрешность (3) интерполяционной формулы $P_f(z)$ оценивается при помощи максимума ошибки этой формулы на единичном шаре гильбертова пространства $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ т.е. при помощи нормы функционала (4):

$$\left\| \ell \,|\, \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\| = \sup_{\left\| f|\tilde{W}_2^{(m)}(T_1) \right\|=1} |<\ell, f>|, \tag{6}$$

где $\tilde{W}_2^{(m)*}(T_1)$ -сопряженное пространство пространству $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Значит, для того чтобы оценить погрешность (3) интерполяционной формулы $P_f(z)$, достаточно решить следующую задачу.

Задача 1. Вычислить ному функционала погрешности $\ell(x)$ рассматриваемой интерполяционной формулы $P_f(z)$. Понятно, что норма функционала погрешности $\ell(x)$ зависит от коэффициентов $C_\lambda(z)$ и узлов x_λ. Если

$$\left\| \overset{0}{\ell} \,|\, \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\| = \inf_{C_\lambda(z), x_\lambda} \left\| \ell \,|\, \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\|, \tag{7}$$

тогда функционал $\overset{0}{\ell}(x)$ называется оптимальным функционалом погрешности, а соответствующую интерполяционную формулу оптимальной интерполяционной формулой.

Таким образом, возникает следующая задача

Задача 2. Найти значения коэффициентов $C_\lambda(z)$ и узлов x_λ интерполяционной формулы $P_f(z)$ которые удовлетворяют равенству (7).

Коэффициенты $C_\lambda(z)$ и узлы x_λ, удовлетворяющие равенству (7), называют оптимальными коэффициентами и оптимальными узлами интерполяционной формулы $P_f(z)$.

Как известно, что задача оценки погрешности интерполяционной формулы на функциях некоторого пространства B равносильна вычислению значения нормы функционала погрешности в сопряженном к B пространстве B^* или, что то же самое, нахождению экстремальной функции для данной интерполяционной формулы. Для решения этой задачи в качестве B мы взяли пространство $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

В работе [3] получен следующий результат

Теорема 1. Квадрат нормы функционала погрешности интерполяционной формулы (1) над пространством $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ равен

$$\left\| \ell / \tilde{W}_2^{(m)^*}(T_1) \right\|^2 = \left| 1 - \sum_{\lambda=1}^{N} C_\lambda(z) \right|^2 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\left| \cos 2\pi kz - \sum_{\lambda=1}^{N} C_\lambda(z) e^{2\pi i k x^{(\lambda)}} \right|^2}{k^{2m}}, \tag{8}$$

где $C_\lambda(z)$ - коэффициенты, $x^{(\lambda)}$ - узлы интерполяционной формулы вида (1).

Из (8) видно, что качество интерполяционной формулы характеризуется нормой функционала погрешности и является функцией неизвестных коэффициентов и узлов.

Поэтому для вычислительной практики полезно уметь вычислить норму функционала погрешности и оценить её. Отыскание минимума нормы функционала погрешности по $C_\beta(z)$ и $x^{(\beta)}$ интерполяционной формулы (1) есть задача исследование функции на экстремум. Значения $C_\beta(z)$ и $x^{(\beta)}$, реализующие этот минимум, определяют наилучшую интерполяционную формулу.

В работе [10] доказана следующая теорема.

Теорема 3. В периодическом пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ существует единственная оптимальная интерполяционная формула вида (1) с функционалом погрешности (4), коэффициенты которой при $m = 1$ имеют следующий вид

$$C_{[\beta]}(z)=\frac{1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi k(z-h\beta)}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}, \tag{9}$$

где $\beta=\overline{1,N}, N=2,3,...$.

Используя этой теоремы, т. е. с помощью оптимальной интерполяционной формулы, построим оптимальные квадратурные формулы вида

$$\int_0^1 f(x)dx\approx\sum_{\beta=1}^{N}\overset{0}{C}_\beta\, f(h\beta), \tag{10}$$

где $f(x)\in\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, $\overset{0}{C}_\beta$ -определяется из (9), т. е. коэффициенты квадратурной формулы.

В следующих теоремах существование и единственность оптимальных квадратурных формул следует из существования и единственности оптимальной интерполяционной формулы. Справедлива следующая

Теорема 2. В пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$ существует единственная оптимальная квадратурная формула вида (10), коэффициенты которой при $m=1$ определяются формулой

$$\overset{o}{C}_\beta=\frac{1}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}. \tag{11}$$

Доказательство. Интегрируя приближенное равенство (1) от нуля до единицы и пользуясь формулой (9) и (10), получим

$$\int_0^1 f(x)dx\cong\int_0^1\sum_{\beta=1}^{N}C_\beta(x)f(x^{(\beta)})dx \quad \text{или}$$

$$\int_0^1 f(x)dx\cong\int_0^1\sum_{\beta=1}^{N}\dot{C}_\beta(x)f(h\beta)dx, \text{ тогда имеем}$$

$$\int_0^1 f(x)dx\cong\sum_{\beta=1}^{N}\int_0^1\frac{1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi k(x-h\beta)}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}f(h\beta)dx \quad \text{или}$$

$$\int_0^1 f(x)dx\cong\sum_{\beta=1}^{N}\int_0^1\frac{1}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}f(h\beta)dx+\sum_{\beta=1}^{N}\int_0^1\frac{\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi kx\cdot\cos 2\pi kh\beta}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}f(h\beta)dx$$

(12)

Второй интеграл в (12) равен нулю, так как $\int_0^1 e^{-2\pi ikx}dx=0$ при $k\neq 0$.

Тогда из (12) получаем следующую квадратурную формулу:

$$\int_0^1 f(x)dx\cong\sum_{\beta=1}^{N}\int_0^1\frac{1}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}f(h\beta)dx \quad \text{или}$$

$$\int_0^1 f(x)dx \cong \frac{1}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}\sum_{\beta=1}^{N} f(h\beta) \tag{13}$$

Это и есть оптимальная квадратурная формула в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, которой получен в работе [4]. Значить, интегрируя решетчатую интерполяционную формулу в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, мы получаем оптимальную квадратурную формулу в этом же пространстве.

Для вычисления коэффициентов Фурье справедливо следующая

Теорема 3. Среди квадратурных формул вида:

$$\int_{T_1} e^{2\pi ipx} f(x)dx \approx \sum_{\beta=1}^{N} C_\beta f(h\beta), \tag{14}$$

существует единственная оптимальная квадратурная формула в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, коэффициенты которой определяются равенством

$$\overset{o}{C}_\beta = \frac{\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)},\quad \beta=1,2,...,N,\ p=\overline{1,N-1}. \tag{15}$$

Доказательство. Умножая обе части приближенного равенства (1) на функцию $e^{2\pi ipx}$, интегрируя от нуля до единицы и пользуясь формулой (9), имеем

$$\int_{T_1} e^{2\pi ipx} f(x)dx \approx \sum_{\beta=1}^{N} \frac{\int_0^1 e^{2\pi ipx}dx + \frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi kh\beta \int_0^1 e^{2\pi i(p-k)x}dx}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)} f(h\beta)\ . \tag{16}$$

Нетрудно заметить, что первый интеграл в правой части (16) равен нулю, т.е. $\int_0^1 e^{2\pi ipx}dx = 0,\ p=1,2,...,N-1.$ Введем обозначения:

$$\text{L}=\sum_{\beta=1}^{N} \frac{\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi kh\beta \int_0^1 e^{2\pi i(p-k)x}dx}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)} f(h\beta)\ . \tag{17}$$

Вычислим интеграл $\int_0^1 e^{2\pi i(p-k)}dx = \begin{cases} 1, k=p \\ 0, k\neq p \end{cases}.$

Так как $\cos 2\pi kh\beta = 1$, если $kh\in Z$ -множество целых чисел.

Отсюда и (17) следует $\text{L}=\sum_{\beta=1}^{N} \frac{\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)} f(h\beta)$,что и доказывает теорему 2.

Для приближенного вычисления интегралов вида

$$\int_0^1 x^{\alpha} f(x)dx \tag{18}$$

справедлива следующая

Теорема 4. Следующая квадратурная формула является оптимальной квадратурной формулой в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$для вычисления интегралов вида (19):

$$\int_{T_1} x^{\alpha} f(x)dx \approx \sum_{\beta=1}^{N} \overset{0}{C}_{\beta}\ f(h\beta),$$

(19)

$$\overset{o}{C} = T_K\left[\frac{1}{\alpha+1} - \frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\sum_{n=0}^{\alpha-1}\frac{\alpha!}{(n-\alpha)!}\frac{1}{(2\pi ik)^{n+1}}\right],$$

где

$$T_k = \left[N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)\right]^{-1},\ \ \beta=\overline{1,N}, h=\frac{1}{N}, N=2,3,...$$

Доказательство. Умножая обе части приближенного равенство (1) на x^{α}, интегрируя от нуля до единицы и используя формулу (9), имеем

$$\int_{T_1} x^{\alpha} f(x)dx \approx \sum_{\beta=1}^{N}\frac{\int_0^1 x^{\alpha}dx + \frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi kh\beta\int_0^1 x^{\alpha}e^{-2\pi ikx}dx}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)} f(h\beta)\ , \tag{20}$$

Обозначим через

$$T_1 = \frac{\int_0^1 x^{\alpha}dx + \frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{\cos 2\pi kh\beta\int_0^1 x^{\alpha}e^{-2\pi ikx}dx}{k^2}}{N\left(1+\frac{1}{(2\pi)^2}\frac{1}{N^2}\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\right)}, \tag{21}$$

Нетрудно заметить, что

$\int_0^1 x^{\alpha} = \frac{1}{\alpha+1}$ и $\cos 2\pi kh\beta = 1$ если $kh \in Z$ -множество целых чисел.

Для вычисления второго интеграла (21) применяем интегрирование по частям α раз и получаем [7]

$$\int_0^1 x^{\alpha}e^{-2\pi ikx}dx = \left[\sum_{k\neq 0}\frac{1}{k^2}\sum_{n=0}^{\alpha-1}\frac{\alpha!}{(n-\alpha)!}\frac{1}{(2\pi ik)^{n+1}}\right]. \tag{22}$$

Из (20)-(22) следует теорема 4.

Литература:

1. Соболев С.Л Об интерполировании функций *n* переменных. Докл. АНСССР, 1961, 137,-с. 778-781.

2. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М.: Наука, 1974. -808с.

3. Шадиметов Х.М, Маматова Н.Х. Об одной интерполяционной задаче в пространстве Соболева. Узбекский математический журнал. Тошкент, 2009, №3, -С.180-186.

4. Хаётов А.Р. Об оптимальных интерполяционных формулах в пространстве $W_2^{(m,m-1)}(0,1)$. Узбекский математический журнал.Тошкент,2010,№2,-С.173-179.

5. Хаятов Х. У. Оптимальная интерполяционная формула в периодическом пространстве С. Л. Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}\left[0,1\right]$. Материали международной научно-практической конференции «Современные пароблемы прикладной математики и информационных технологий». Бухара, 2021, с. 105-110.

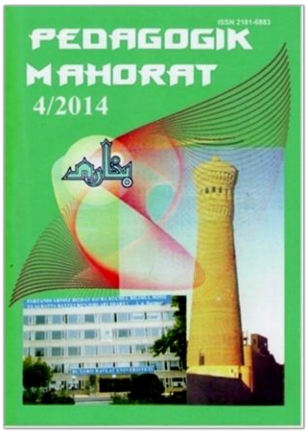
6. Жалолов Ф. И. Наилучшая весовая квадратурная формула над пространством С. Л. Соболева. Докл. АН Р Уз, №2 2010. с. 6-8.

7. И.С. Градшитейн и И.М.Рыжик. Таблицы интегралов, сумм рядов и произведений наука, физ-мат., М.1971.

8. Hayotov A.R., Boboev S.S. Optimal quadrature f0rmulas for compating of Fourier integrals in a Hilbert space. Problems of computational and applied matematics, 2020, No.4, pp 73-85.

9. Hayotov A.R., Jeon S., Lee Ch.-O. On an optimal quadrature formula for approximation of Fourier integrals in the space $L_2^{(1)}$, Journal of Computational and Applied Mathematics, 372 (2020), 112713.

10. Jalolov O.I. "Weight optimal order of convergence cubature formulas in Sobolev space AIP Conference Proceedings 2365, 020014 (2021), https://doi.org/10.1063/5.0057015.



Buxoro davlat universiteti muassisligidagi
“PEDAGOGIK MAHORAT”
ilmiy-nazariy va metodik jurnali
barcha ta’lim muassasalarini
hamkorlikka chorlaydi.

Pedagoglarning sevimli nashriga aylanib ulgurgan “Pedagogik mahorat” jurnali maktab, kollej, institut va universitet pedagogik jamoasiga muhim qo‘llanma sifatida xizmat qilishi shubhasiz.

Mualliflar uchun eslatib o‘tamiz, maqola qo‘lyozmalari universitet tahririy-nashriyot bo‘limida qabul qilinadi.

Manzilimiz: Buxoro shahri, M.Iqbol ko‘chasi 11-uy
Buxoro davlat universiteti, 1-bino 2-qavat, 219-xona

Tahririyat rekvizitlari:
Moliya vazirligi g‘aznachiligi
23402000300100001010
MB BB XKKM Toshkent sh. MFO 00014 INN 201504275
BuxDU 400110860064017094100079001

Pedagogik mahorat: rivojlanamiz va rivojlantiramiz!

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal

2022-yil Maxsus son

2001-yil iyul oyidan chiqa boshlagan.

OBUNA INDEKSI: 3070

Buxoro davlat universiteti nashri

Jurnal oliy o‘quv yurtlarining professor-o‘qituvchilari, ilmiy tadqiqotchilar, ilmiy xodimlar, magistrantlar, talabalar, akademik litsey va kasb-hunar kollejlari hamda maktab o‘qituvchilari, shuningdek, keng ommaga mo‘ljallangan.

Jurnalda nazariy, ilmiy-metodik, muammoli maqolalar, fan va texnikaga oid yangiliklar, turli xabarlar chop etiladi.

Nashr uchun mas’ul:
Nigora SAYFULLAYEVA
Musahhih: Sarvinoz RAXIMOVA
Muharrir: Mexrigiyo SHIRINOVA

Jurnal tahririyat kompyuterida sahifalandi. Chop etish sifati uchun bosmaxona javobgar.

Bosishga ruxsat etildi 20.12.2022
Bosmaxonaga topshirish vaqti 23.12.2022
Qog‘oz bichimi: 60x84. 1/8
Tezkor bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i – 20,6
Adadi – 100 nusxa
Buyurtma № 731
Bahosi kelishilgan narxda.

“Sadriddin Salim Buxoriy” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Bosmaxona manzili: Buxoro shahri M.Iqbol ko‘chasi 11-uy.