«У Т В Е Р Ж Д А Ю»
Ректор Бохтарского государственного
университета им. Н.Хусрава
С.Х.Давлатзода
«03» 07 2023 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Туйчиева Анваржона Махмуджоновича «Решение некоторых экстремальных задач теории приближения в гильбертовых пространствах», представленную на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктор по специальности 6D060100 – Математика: 6D060101 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Известно, что теория приближения функций является одной из центральных ветвей математического анализа, занимающихся вопросами приближённого представления сложных функций с помощью более простых и удобных функций. Теория приближения функций берёт своё начало с мемуаров великого русского математика П.Л.Чебышёва, написанных в 1853 г., где он доказывал существование полинома, наименее уклоняющегося от заданной непрерывной функции.

В своём развитии теория приближения прошла три этапа: от наилучшего приближения индивидуальных функций на первом этапе до наилучшего приближения классов функций во втором этапе и, наконец, выбора экстремальных приближающихся подпространств на третьем этапе. Последний этап связан с именем А.Н.Колмогорова, который ввёл в теорию приближений понятие поперечника множества, известного теперь как поперечник по Колмогорову. Обсуждаемая диссертация содержит результаты по всем этим трём основным этапам развития экстремальных задач теории приближения. Отыскание точного значения колмогоровского поперечника связано с указанием наилучшего приближающегося подпространства заданной размерности – это подпространство, которое реализует поперечник по Колмогорову. Кроме поперечника Колмогорова, в теории приближений используется ряд других поперечников: Бернштейна, Гельфанда, линейный, проекционный, тригонометрический, информационный и т.д. В решение задач отыскания точных значений n-поперечников различных классов функций существенный вклад внесли В.М. Тихомиров, Н.П. Корнейчук, Л.В. Тайков, А.А. Лигун, А. Пинкус, Ю. Фарков, Н.Айнуллоев, В.И.Иванов, А.Г.Бабенко,

С.Б.Вакарчук, Г.Г. Магарил-Ильяев, М.Ш. Шабозов, Г.А.Юсупов и многие другие.

Диссертационная работа Туйчиева Анваржона Махмуджоновича является дальнейшим развитием результатов перечисленных выше учёных, когда в качестве аппарата приближения используются классические ортогональные многочлены Чебышёва и Чебышёва-Эрмита. В работе вычисляются точные значения верхней грани наилучших полиномиальных совместных приближений функций и их промежуточных производных суммами Фурье – Чебышёва и их соответствующими производными в гильбертовом пространстве $L_{2,\mu}[-1,1]$ с весом Чебышёва $\mu(x) := 1/\sqrt{1-x^2}$, вычисляются точные значения наилучших полиномиальных приближений функций и их промежуточных производных конечными суммами Чебышёва–Эрмита и их соответствующими производными в весовом гильбертовом пространстве $L_{2,\rho}(\mathbb{R})$ с весом Эрмита $\rho(x) = e^{-x^2}$ на всей оси $\mathbb{R} := (-\infty, +\infty)$, а также вычисляются точные значения n-поперечников на классах функций, задаваемых специальными модулями непрерывности m-го порядка. Решение перечисленных экстремальных задач является актуальным в приложениях теории приближения функций.

Диссертация соответствует профилю диссертационного совета 6D.KOA-011 при Таджикском национальном университете.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, списка цитированной литературы из 115 наименований, занимает 117 страниц машинописного текста, набранного на LaTeX.

В первой главе работы анализируются известные результаты по теме исследования и формулируются нерешённые задачи.

Во второй главе диссертационной работы в качестве характеристики гладкости функции рассматривается обобщённый модуль непрерывности m-го порядка, конструкция которого построена на базе оператора сдвига для многочлена Чебышёва первого рода и имеет вид

$$\Omega_m(f,t)_{L_{2,\mu}[-1,1]} = \sup\Big\{ \|\Delta_h^m(f,\cdot)\|_{L_{2,\mu}[-1,1]} : \ |h| \le t \Big\} =$$

$$= \sup\left\{ \sum_{k=1}^{\infty} (1-\cos kh)^{2m} k^{4r} c_k^2(f) : \ |h| \le t \right\}^{1/2},$$

где $L_{2,\mu}[-1,1]$ – гильбертово пространство с весом Чебышёва $\mu(x) := 1/\sqrt{1-x^2}$, $c_k(f)$ – коэффициенты Фурье–Чебышёва функции $f \in L_{2,\mu}$. В этой главе рассматриваются экстремальные задачи среднеквадратического совместного приближения функций суммами Фурье – Чебышёва в норме про-

странства $L_{2,\mu} := L_{2,\mu}[-1,1]$ – функций, суммируемых в квадрате с весом Чебышёва $\mu(x) = 1/\sqrt{1-x^2}$ и конечной нормой $\|f\|_{2,\mu} = \left(\int_{-1}^{1} \frac{f^2(x)dx}{\sqrt{1-x^2}}\right)^{1/2}$.

Диссертантом вычислены точные верхние грани отклонения некоторых классов функций от их частных сумм ряда Фурье–Чебышёва в пространстве $L_{2,\mu}[-1,1]$, вычислены точные неравенства типа Джексона–Стечкина, связывающие величину $\mathcal{E}_{n-1}(f)_{L_{2,\mu}}$ — наилучшее приближение функций f, на классах дифференцируемых функций суммами Фурье–Чебышёва, для совместных приближений функций и их промежуточных производных посредством усреднённого модуля непрерывности в пространстве $L_{2,\mu}[-1,1]$, а также вычислены точные значения различных n-поперечников классов функций, определяемых обобщёнными модулями непрерывности $\Omega_m(\mathcal{D}^r f, t)_{2,\mu}$, где $\mathcal{D}$ – дифференциальный оператор второго порядка Чебышёва, и применить к задаче нахождения верхних граней совместных приближений некоторых классов функций в $L_{2,\mu}[-1,1]$. Отметим, что аналогичные проблематики в последнее время весьма интенсивно рассматривались в работах В.А.Абилова, Ф.В.Абиловой, С.Б.Вакарчука, М.Ш.Шабозова и их учеников.

Основным результатом первого параграфа второй главы является следующее утверждение, которое обобщает ранее полученные результаты В.А.Абилова и Ф.В.Абиловой:

для произвольной $f \in L_{2,\mu}^{(2r)}$ при всех $s = 0, 1, \ldots, r$ справедливо точное неравенство

$$\mathcal{E}_{n-1}(\mathcal{D}^s f)_{2,\mu} \leq n^{-2(r-s)} \mathcal{E}_{n-1}(\mathcal{D}^{2r} f)_{2,\mu},$$

которое для функции $f_0(x) = T_n(x)$ обращается в равенство, где $T_n(x)$ – ортонормированная система многочленов Чебышёва n-го порядка.

Во втором параграфе второй главы вычислены точные верхние грани отклонений заданных классов функций от их частных сумм ряда Фурье–Чебышёва в пространстве $L_{2,\mu}$. Основным результатом второго параграфа является следующее утверждение:

Теорема 2.2.1. *Пусть $m, n \in \mathbb{N}$, $r, s \in \mathbb{Z}_+$ $n \geq s$. Тогда имеет место равенство*

$$\sup_{f \in L_{2,\mu}^{(2r)}} \frac{n^{2(r-s)} \mathcal{E}_{n-1}(\mathcal{D}^s f)_{2,\mu}}{\left(\frac{n}{2} \int\limits_0^{\pi/n} \Omega_m^{1/m}(\mathcal{D}^r f; h)_{2,\mu} \cdot \sin nh dh\right)^m} = 1.$$

В третьем параграфе второй главы рассматривается неравенство типа Джексона–Стечкина для совместного приближения функций и их промежуточных производных, где структурные свойства функций определяется с по-

мощью усреднённого модуля непрерывности

$$\widetilde{\omega}_m(\mathcal{D}^r f, t)_{2,\mu} := \left(\frac{1}{t} \int\limits_0^t \Omega_m^{1/m}(\mathcal{D}^r f, h)_{2,\mu} dh \right)^m .$$

Основным результатом данного параграфа является следующая

Теорема 2.3.1. *При любых $n, m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}_+$ и любых $t \in [0, \pi/n]$ справедливо равенство*

$$\sup_{f \in L_{2,\mu}^{(2r)}} \frac{n^{2r}\, \mathcal{E}_{n-1}(f)_{2,\mu}}{\widetilde{\omega}_m(\mathcal{D}^r f, t)_{2,\mu}} = \left\{ \frac{nt}{nt - \sin nt} \right\}^m$$

и, в частности, при $t = \pi/(2n)$ имеет место следующее равенство для точной константы Джексона–Стечкина:

$$\sup_{f \in L_{2,\mu}^{(2r)}} \frac{n^{2r}\, \mathcal{E}_{n-1}(f)_{2,\mu}}{\widetilde{\omega}_m\big(\mathcal{D}^r f, \pi/(2n)\big)_{2,\mu}} = \left\{ \frac{\pi}{\pi - 2} \right\}^m .$$

В четвертом параграфе найдены точные значения бернштейновских, колмогоровских, линейных, гельфандовских и проекционных n-поперечников в пространстве $L_{2,\mu}$ для классов функций

$$\widetilde{W}_m^{(r)}(\Phi, \mathcal{D})_{2,\mu} := \left\{ f \in L_{2,\mu}^{(2r)} : \widetilde{\omega}_m^{1/m}(\mathcal{D}^r f, t)_{2,\mu} \le \Phi(t), \quad t > 0 \right\},$$

где $m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}_+$, $\Phi(t)(\ 0 \le t < \infty)$ – непрерывная монотонная возрастающая функция, обращающяся в нуль в точке $t = 0$, $\Phi(0) = 0$.

Имеет место следующая

Теорема 2.4.1. *Если мажоранта $\Phi(t)$ удовлетворяет ограничениям*

$$\frac{\Phi(t)}{\Phi\big(\pi/(2n)\big)} \ge \frac{\pi}{\pi - 2} \begin{cases} 1 - \dfrac{\sin nt}{nt}, & \text{если } 0 < t \le \pi/n, \\ 2 - \dfrac{\pi}{nt}, & \text{если } t \ge \pi/n, \end{cases} \tag{1}$$

то для любых натуральных чисел $n, m \in \mathbb{N}$ и $r \in \mathbb{Z}_+$ имеет место следующее равенство:

$$\lambda_{2n-1}\big(\widetilde{W}_m^{(r)}(\Phi, \mathcal{D}); L_{2,\mu}\big) = n^{-2r} \left\{ \frac{\pi}{\pi - 2}\, \Phi\left(\frac{\pi}{2n}\right) \right\}^m ,$$

где $\lambda_n(\cdot)$ — любой из вышеперечисленных n-поперечников. Существует мажоранта $\Phi(u)$, для которой ограничения (1) выполняются.

В завершающем параграфе второй главы изучается усреднённое значение совместных приближений функций в $L_{2,\mu}^{(2r)}$. Основным результатом является следующая общая теорема.

Теорема 2.6.1. *Пусть весовая функция $\varphi(t)$, заданная на отрезке $[0,h]$, является неотрицательной и непрерывно дифференцируема. Если при всех $t \in [0,h]$, $1/(2r) < p \le 2$, $r \in \mathbb{N}$ функция $\varphi(t)$ удовлетворяет дифференциальное неравенство $(2rp-1)\varphi(t) - t\varphi'(t) \ge 0$, то выполняется соотношение*

$$\inf_{n\le k<\infty}\left(k^{2(r-s)p}\int_0^h (1-\cos kt)^{mp}\varphi(t)dt\right)^{1/p} = \left(n^{2(r-s)p}\int_0^h (1-\cos nt)^{mp}\varphi(t)dt\right)^{1/p},$$

и при этом

$$\mathcal{A}_{n,m,r,p,s}(\varphi,h) = \left(n^{2(r-s)p}\int_0^h (1-\cos nt)^{mp}\varphi(t)dt\right)^{-1/p}.$$

Цель третьей главы диссертационной работы заключается в решении экстремальных задач, связанных с нахождением точных значений наилучших полиномиальных приближений функций и их промежуточных производных конечными суммами Чебышёва–Эрмита и их соответствующими производными в весовом гильбертовом пространстве $L_{2,\rho}(\mathbb{R})$ с весом Эрмита $\rho(x) = e^{-x^2}$ на всей оси $\mathbb{R} := (-\infty, +\infty)$.

В этой главе в качестве характеристики гладкости функции $f \in L_{2,\rho}(\mathbb{R})$ рассматривается обобщённый модуль непрерывности m-го порядка

$$\widetilde{\omega}_m(f,\tau)_{2,\rho} := \sup\left\{\left\|\Delta_t^m f(\cdot)\right\| : |t| \le \tau\right\} =$$

$$= \left\{\sum_{k=1}^{\infty} c_k^2(f)\left(1-\left(1-\tau^2\right)^{k/2}\right)^{2m}\right\}^{1/2}, \quad 0 \le \tau \le 1, \tag{2}$$

где $c_k(f)$– коэффициенты Фурье–Эрмита функции $f \in L_{2,\rho}(\mathbb{R})$.

Пусть $L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$ ($r \in \mathbb{Z}_+$, $L_{2,\rho}^{(0)}(\mathbb{R}) \equiv L_{2,\rho}(\mathbb{R})$) — множество функций $f \in L_{2,\rho}(\mathbb{R})$, у которых производные $(r-1)$-го порядка $f^{(r-1)}$ абсолютно непрерывны на любом конечном интервале, а производные r-го порядка $f^{(r)} \in L_{2,\rho}(\mathbb{R})$. Известно, что для величины наилучшего приближения функций частными суммами рядов Фурье–Эрмита имеет место

$$E_{n-r-1}(f^{(r)})_{2,\rho} := \inf\left\{\left\|f^{(r)} - p_{n-1}^{(r)}\right\|_{2,\rho} : p_{n-1} \in P_{n-1}\right\} =$$

$$= \left\|f^{(r)} - S_{n-r}(f^{(r)})\right\|_{2,\rho} = \left\{\sum_{k=n}^{\infty} 2^r\,\alpha_{k,r}\,c_k^2(f)\right\}^{1/2},$$

где $\alpha_{k,r} := k(k-1)\cdots(k-r+1),\ k \geq r,\ k \in \mathbb{N},\ r \in \mathbb{Z}_+,\ \alpha_{k,0} \equiv 1,\ \alpha_{k,1} = k.$

Основными результатами второго параграфа являются следующие теоремы:

Теорема 3.2.1. *Пусть $n \in \mathbb{N}$, $r, \nu \in \mathbb{Z}_+$, $n > r \geq \nu$. Тогда справедливо равенство*

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{E_{n-\nu-1}(f^{(\nu)})_{2,\rho}}{\widetilde{\omega}_m\left(f^{(r)}, \sqrt{\dfrac{2}{n-r}}\right)_{2,\rho}} = \sqrt{\frac{1}{2^{r-\nu}} \cdot \frac{\alpha_{n,\nu}}{\alpha_{n,r}}} \left(1 - \left(1 - \frac{2}{n-r}\right)^{(n-r)/2}\right)^{-m}.$$

Отсюда, переходя к верхней грани по всем $n \in \mathbb{N}$, $n > r$, имеем

$$\sup_{\substack{n \in \mathbb{N} \\ n > r}} \sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{E_{n-\nu-1}(f^{(\nu)})_{2,\rho}}{\widetilde{\omega}_m\left(f^{(r)}, \sqrt{\dfrac{2}{n-r}}\right)_{2,\rho}} \sqrt{\frac{2^{r-\nu} \cdot \alpha_{n,r}}{\alpha_{n,\nu}}} = \left(1 - e^{-1}\right)^{-m} = \left(\frac{e}{e-1}\right)^{m}.$$

Теорема 3.2.2. *Пусть $n \in \mathbb{N}$, $r, \nu \in \mathbb{Z}_+$, $n > r \geq \nu$. Тогда справедливо равенство*

$$\sup_{\substack{n \in \mathbb{N} \\ n > r}} \sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{E_{n-\nu-1}(f^{(\nu)})_{2,\rho}}{\widetilde{\omega}_m\left(f^{(r)}, 1/\sqrt{n-r}\right)_{2,\rho}} \cdot \sqrt{\frac{2^{r-\nu} \cdot \alpha_{n,r}}{\alpha_{n,\nu}}} = \frac{1}{\left(1 - 1/\sqrt{e}\right)^{m}}.$$

Отметим, что эта теорема обобщает известный результат С.Б.Вакарчука.

Последнее время K-функционалы Петре исследуются при решении ряда экстремальных задач теории приближении функций. Рассматривается выражение K-функционала по двум пространствам $L_{2,\rho}$ и $L_{2,\rho}^{(m)}$ в следующем виде:

$$K_m(f, t^m) := K\left(f; t^m, L_{2,\rho}, L_{2,\rho}^{(m)}\right) = \inf\left\{\|f - g\|_{2,\rho} + t^m \|g^{(m)}\|_{2,\rho} : g \in L_{2,\rho}^{(m)}\right\},$$

где $m \in \mathbb{N},\ 0 < t < 1$.

Основным результатом третьего параграфа является следующая теорема.

Теорема 3.3.1. *Пусть $n, m \in \mathbb{N}$, $r, \nu \in \mathbb{Z}_+$, $n \geq r+m$. Тогда справедливо равенство*

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{\sqrt{2^{r-\nu}\, \alpha_{n,r}/\alpha_{n,\nu}} \cdot E_{n-\nu-1}(f^{(\nu)})_{2,\rho}}{K_m\left(f^{(r)}; \dfrac{1}{\sqrt{2^m\, \alpha_{n-r,m}}}\right)_{2,\rho}} = 1.$$

В четвертом параграфе третьей главы доказывается теорема, которая обобщает ранее полученный результат С.Б.Вакарчука.

Теорема 3.4.2. *Пусть $n, m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}_+$, $n \geq r$, $0 < p \leq \infty$, $h \in (0,1]$, q — весовая на отрезке $[0,h]$ функция. Тогда справедливо равенство*

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})} \frac{\sqrt{2^r \alpha_{n,r}} \cdot E_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\left(\int\limits_0^h \widetilde{\omega}_m^p(f^{(r)};\tau)_{2,\rho}\, q(\tau) d\tau \right)^{1/p}} = \left(\int\limits_0^h \left[1 - (1-\tau^2)^{(n-r)/2} \right]^{mp} q(\tau) d\tau \right)^{-1/p}.$$

При $p \in (0,2]$ отсюда получается ранее доказанное неравенство С.Б.Вакарчука.

В работе С.Б.Вакарчука доказано, что для функции $f \in L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$ $r \in \mathbb{N}$, $r \geq 2$ все её промежуточные производные $f^{(\nu)}$, $\nu = 1, 2, \ldots, r-1$ также принадлежат пространству $L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$, а потому определённый интерес представляет изучение поведения величины $E_{n-1}(f^{(\nu)})$ на каком-нибудь классе $\mathfrak{M}^{(r)} \subseteq L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$ или на самом классе $L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$.

Пусть $W_{2,\rho}^{(r)}(\omega_m)$ — класс функций $f \in L_{2,\rho}^{(r)}(\mathbb{R})$, r-я производная которых удовлетворяет условию $\widetilde{\omega}_m(f^{(r)}, t)_{2,\rho} \leq 1$. Требуется найти величину совместного приближения класса функций $W_{2,\rho}^{(r)}(\omega_m)$.

Основным результатом пятого параграфа является следующая теорема.

Теорема 3.5.1. *Пусть $n, m \in \mathbb{N}$, $r, \nu \in \mathbb{Z}_+$, $n > r \geq \nu$. Тогда справедливо равенство*

$$\mathcal{E}_{n-\nu-1}^{(\nu)}\big(W_{2,\rho}^{(r)}(\omega_m)\big) = \sqrt{\frac{1}{2^{r-\nu}} \cdot \frac{\alpha_{n,\nu}}{\alpha_{n,r}}} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{2}{n-r} \right)^{(n-r)/2} \right]^{-m}.$$

В завершающем шестом параграфе третьей главы рассматривается следующий класс функций: пусть $n, m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}_+$, $n > r$, $h \in (0,1]$, q — весовая на $[0,h]$ функция, $0 < p \leq \infty$. Символом $W_p^{(r)}(\widetilde{\omega}_m; q, h)$ обозначен класс функций $f \in L_{2,\rho}(\mathbb{R})$, у которых производные r-го порядка $f^{(r)}$ удовлетворяют условию $\int_0^h \widetilde{\omega}_m^p(f^{(r)}, \tau)_{2,\rho} q(\tau) d\tau \leq \int_0^h q(\tau) d\tau$.

В принятых обозначениях имеет место следующая

Теорема 3.6.1. *Пусть $n, m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}_+$ и $h \in (0,1]$. Тогда имеют место равенства*

$$\lambda_n\Big(W_p^{(r)}(\widetilde{\omega}_m; q, h), L_{2,\rho}\Big) = E_{n-1}\Big(W_p^{(r)}(\widetilde{\omega}_m; q, h)\Big)_{2,\rho} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2^r\,\alpha_{n,r}}} \cdot \left\{ \frac{\int\limits_0^h q(t)dt}{\int\limits_0^h \left[1-\left(1-\tau^2\right)^{(n-r)/2}\right]^{mp} q(t)dt} \right\}^{1/p},$$

где $\lambda_n(\cdot)$ — любой из вышеперечисленных n-поперечников.

В целом в диссертации проделана большая, содержательная работа. Автор диссертации владеет современными методами теории функций, функционального анализа вариационного содержания и конструктивными методами теории приближений. Диссертация написана автором самостоятельно, содержит новые научные результаты в теории приближения функций, выдвигаемые для публичной защиты, и характеризует личный вклад автора диссертации в теорию приближения функций.

Необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов в диссертации имеются. Автореферат соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, полно и правильно отражает основные положения диссертационной работы.

Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых журналах из Перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан, а также доложены на ведущих по данной тематике международных и республиканских конференциях и семинарах.

В диссертации встречается незначительное число опечаток как в математических формулах, так и в основном тексте. Однако эти замечания и имеющиеся некоторые грамматические и стилистические погрешности не снижают в целом высокой оценки диссертационной работы. В автореферате опечатки и ошибки не обнаружены.

Вышесказанное даёт основание считать, что диссертационная работа Туйчиева Анваржона Махмуджоновича «Решение некоторых экстремальных задач теории приближения в гильбертовых пространствах», представленная на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктор по специальности 6D060100 – Математика: 6D060101 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ, является научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК при Президенте Республика Таджикистан к диссертациям доктора философии (PhD), а её автор – Туйчиев Анваржон Махмуджонович заслуживает присуждения ему учёной степени доктора философии (PhD) – доктор по специальности 6D060100 – Математика: 6D060101 – Вещественный, комплексный и функци-

ональный анализ.

Результаты диссертационной работы Туйчиева Анваржона Махмуджоновича заслушены на специальном семинаре кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета имени Н.Хусрава 30.06.2023 г.

Отзыв составили кандидаты физико-математических наук по специальности 01.01.01 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ К.Ш. Махкамов и 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление Х.П.Саидалиев. Отзыв обсуждён и утверждён на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Бохтарского государственного университета им. Н.Хусрава (протокол № 11 от 30.06.2023 г.).

Председатель семинара, декан математического факультета Бохтарского государственного университета им. Н.Хусрава кандидат физ.-мат. наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление — Х.П. Саидалиев

Эксперт по диссертации, кандидат физ.-мат. по специальности 01.01.01 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ — К.Ш. Махкамов

Секретарь семинара, кандидат физ.-мат. наук — М.Ш. Ганиев

Адрес: Бохтарский государственный университет им. Н. Хусрава, 735140, Таджикистан, г. Бохтар, улица Айни, 67.
Сайт: www.btsu.tj; e-mail: bgu-1978@mail.ru
Тел. рабочий: +992(32) 222-54-81; +992(32) 222-22-53

Подписи Х.П. Саидалиева, К.Ш. Махкамова и М.Ш. Ганиева заверяю:

Начальник
ОК и СЧ БГУ им. Н. Хусрава — **Дж. Шукурзод**