

Наука, техника  
и образование  
2021. № 2 (77). Часть 2

Москва  
2021



# Наука, техника и образование

## 2021. № 2 (77). Часть 2

Российский импакт-фактор: 1,84

### НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2012  
года

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Вальцев С.В.**

Зам. главного редактора: Ефимова А.В.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
«Проблемы науки»

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

Журнал  
зарегистрирован  
Федеральной  
службой по надзору  
в сфере связи,  
информационных  
технологий и  
массовых  
коммуникаций  
(Роскомнадзор)  
Свидетельство  
ПИ № ФС77-50836.

**Территория  
распространения:  
зарубежные  
страны,  
Российская  
Федерация**

Свободная цена

*Абдуллаев К.Н.* (д-р филос. по экон., Азербайджанская Республика), *Алиева В.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Акбулаев Н.Н.* (д-р экон. наук, Азербайджанская Республика), *Аликулов С.Р.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Ананьева Е.П.* (д-р филос. наук, Украина), *Асатурова А.В.* (канд. мед. наук, Россия), *Аскарходжаев Н.А.* (канд. биол. наук, Узбекистан), *Байтасов Р.Р.* (канд. с.-х. наук, Белоруссия), *Бакико И.В.* (канд. наук по физ. воспитанию и спорту, Украина), *Бахор Т.А.* (канд. филол. наук, Россия), *Баулина М.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Блейх Н.О.* (д-р ист. наук, канд. пед. наук, Россия), *Боброва Н.А.* (д-р юрид. наук, Россия), *Богомолов А.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Бородай В.А.* (д-р социол. наук, Россия), *Волков А.Ю.* (д-р экон. наук, Россия), *Гавриленкова И.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Гарагонич В.В.* (д-р ист. наук, Украина), *Глуценко А.Г.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Гринченко В.А.* (канд. техн. наук, Россия), *Губарева Т.И.* (канд. юрид. наук, Россия), *Гутникова А.В.* (канд. филол. наук, Украина), *Датий А.В.* (д-р мед. наук, Россия), *Демчук Н.И.* (канд. экон. наук, Украина), *Дивненко О.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Дмитриева О.А.* (д-р филол. наук, Россия), *Доленко Г.Н.* (д-р хим. наук, Россия), *Есенова К.У.* (д-р филол. наук, Казахстан), *Жамулдинов В.Н.* (канд. юрид. наук, Казахстан), *Жолдошев С.Т.* (д-р мед. наук, Кыргызская Республика), *Зеленков М.Ю.* (д-р.полит.наук, канд. воен. наук, Россия), *Ибадов Р.М.* (д-р физ.-мат. наук, Узбекистан), *Ильинских Н.Н.* (д-р биол. наук, Россия), *Кайракбаев А.К.* (канд. физ.-мат. наук, Казахстан), *Кафтаева М.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Киквидзе И.Д.* (д-р филол. наук, Грузия), *Клинов Г.Т.* (PhD in Pedagogic Sc., Болгария), *Кобланов Ж.Т.* (канд. филол. наук, Казахстан), *Ковалёв М.Н.* (канд. экон. наук, Белоруссия), *Кривицова Т.М.* (канд. психол. наук, Казахстан), *Кузьмин С.Б.* (д-р геогр. наук, Россия), *Куликова Э.Г.* (д-р филол. наук, Россия), *Курманбаева М.С.* (д-р биол. наук, Казахстан), *Куртаяниди К.И.* (канд. экон. наук, Узбекистан), *Линькова-Даниельс Н.А.* (канд. пед. наук, Австралия), *Лукиенко Л.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Макаров А. Н.* (д-р филол. наук, Россия), *Мацаренко Т.Н.* (канд. пед. наук, Россия), *Мейманов Б.К.* (д-р экон. наук, Кыргызская Республика), *Муратов Ш.О.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Мусаев Ф.А.* (д-р филос. наук, Узбекистан), *Набиев А.А.* (д-р наук по геоинформ., Азербайджанская Республика), *Назаров Р.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Наумов В. А.* (д-р техн. наук, Россия), *Овчинников Ю.Д.* (канд. техн. наук, Россия), *Петров В.О.* (д-р искусствоведения, Россия), *Радкевич М.В.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Рахимбеков С.М.* (д-р техн. наук, Казахстан), *Розыходжаева Г.А.* (д-р мед. наук, Узбекистан), *Романенкова Ю.В.* (д-р искусствоведения, Украина), *Рубцова М.В.* (д-р. социол. наук, Россия), *Румянцев Д.Е.* (д-р биол. наук, Россия), *Самков А. В.* (д-р техн. наук, Россия), *Саньков П.Н.* (канд. техн. наук, Украина), *Селитренникова Т.А.* (д-р пед. наук, Россия), *Сибирцев В.А.* (д-р экон. наук, Россия), *Скрипко Т.А.* (д-р экон. наук, Украина), *Сопов А.В.* (д-р ист. наук, Россия), *Стрекалов В.Н.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Стукаленко Н.М.* (д-р пед. наук, Казахстан), *Субачев Ю.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Сулейманов С.Ф.* (канд. мед. наук, Узбекистан), *Трегуб И.В.* (д-р экон. наук, канд. техн. наук, Россия), *Упоров И.В.* (канд. юрид. наук, д-р ист. наук, Россия), *Федоскина Л.А.* (канд. экон. наук, Россия), *Хилтухина Е.Г.* (д-р филос. наук, Россия), *Цуцүлян С.В.* (канд. экон. наук, Республика Армения), *Чиладзе Г.Б.* (д-р юрид. наук, Грузия), *Шамшина И.Г.* (канд. пед. наук, Россия), *Шарипов М.С.* (канд. техн. наук, Узбекистан), *Шевко Д.Г.* (канд. техн. наук, Россия).

© ЖУРНАЛ «НАУКА, ТЕХНИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

# Содержание

<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>5</b>
<i>Шарипов М.З., Файзиев Ш.Ш., Низомова Ш.К. ОСОБЕННОСТИ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛА БОРАТА ЖЕЛЕЗА / Sharipov M.Z., Fayziev Sh.Sh., Nizomova Sh.K. FEATURES OF MAGNETO-OPTICAL PROPERTIES OF IRON BORATE SINGLE CRYSTAL .....</i>	<b>5</b>
<i>Мамуров Б.Ж., Сохибов Д.Б. О ТИПАХ НЕПОДВИЖНЫХ ТОЧЕК ОДНОГО КВАДРАТИЧНОГО СТОХАСТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА / Mamurov B.Zh., Sohibov D.B. ON TYPES OF FIXED POINTS OF A SINGLE SQUARE STOCHASTIC OPERATOR .....</i>	<b>10</b>
<i>Кодиров Ж.Р., Мавлонов У.М., Хакимова С.Ш. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАБОЛИЧЕСКОГО И ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТОРОВ / Kodirov Zh.R., Mavlonov U.M., Khakimova S.Sh. ANALYTICAL REVIEW OF CHARACTERISTICS OF PARABOLIC AND PARABOLOCYLINDRICAL HUBS.....</i>	<b>15</b>
<i>Расулов Х.Р., Джуракулова Ф.М. ОБ ОДНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ / Rasulov H.R., Dzhurakulova F.M. ONE DYNAMIC SYSTEM WITH CONTINUOUS TIME .....</i>	<b>19</b>
<i>Расулов Х.Р., Яшиева Ф.Ю. О НЕКОТОРЫХ ВОЛЬТЕРРОВСКИХ КВАДРАТИЧНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАТОРАХ ДВУПОЛОЙ ПОПУЛЯЦИИ С НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ / Rasulov H.R., Yashiyeva F.Yu. ABOUT SOME WOLTERRIAN SQUARE STOCHASTIC OPERATORS OF TWO-SEXAND POPULATION WITH CONTINUOUS TIME.....</i>	<b>23</b>
<i>Расулов Х.Р., Камариддинова Ш.Р. ОБ АНАЛИЗЕ НЕКОТОРЫХ НЕВОЛЬТЕРРОВСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ / Rasulov H.R., Kamariddinova Sh.R. ON ANALYSIS OF SOME NON-VOLTERRIAN DYNAMIC SYSTEMS WITH CONTINUOUS TIME.....</i>	<b>27</b>
<i>Бахронов Б.И., Холмуродов Б.Б. ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ОДНОЙ 3X3-ОПЕРАТОРНОЙ МАТРИЦЫ С ДИСКРЕТНЫМ ПАРАМЕТРОМ / Bahronov B.I., Kholmurodov B.B. INVESTIGATION OF THE SPECTRUM OF A 3X3 OPERATOR MATRIX WITH DISCRETE VARIABLE.....</i>	<b>31</b>
<i>Бахронов Б.И., Мансуров Т.З. ВЫЧИСЛЕНИЕ СУЩЕСТВЕННОГО СПЕКТРА ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ФРИДРИХСА В СИСТЕМЕ MAPLE / Bahronov B.I., Mansurov T.Z. CALCULATION OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF THE GENERALIZED FRIEDRICHS MODEL IN THE MAPLE SYSTEM.....</i>	<b>35</b>
<i>Тошева Н.А., Исмоилова Д.Э. ЯВНЫЙ ВИД РЕЗОЛЬВЕНТЫ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ФРИДРИХСА / Tosheva N.A., Ismoilova D.E. AN EXACT FORM OF THE RESOLVENT OF A GENERALIZED FRIEDRICHS MODEL.....</i>	<b>39</b>
<i>Тошева Н.А., Шарипов И.А. О ВЕТВЯХ СУЩЕСТВЕННОГО СПЕКТРА ОДНОЙ 3X3-ОПЕРАТОРНОЙ МАТРИЦЫ / Tosheva N.A., Sharipov I.A. ON THE BRANCHES OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF A 3X3 OPERATOR MATRIX .....</i>	<b>44</b>
<i>Хайитова Х.Г., Ибодова С.Т. АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ МОДЕЛИ ФРИДРИХСА / Khayitova Kh.G., Ibodova S.T. AN ALGORITM OF THE INVESTIGATION OF EIGENVALUES OF THE FRIEDRICHS MODEL .....</i>	<b>48</b>

<i>Хикматов Б.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ / <i>Hikmatov B.A.</i> STUDY OF PHYSICAL-MECHANICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL.....	52
<i>Умиркулова Г.Х.</i> МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДВУХ СЕМЕЙСТВ МОДЕЛЕЙ ФРИДРИХСА / <i>Umirkulova G.H.</i> LOCATION OF THE EIGENVALUES OF THE TWO FAMILIES OF FRIEDRICHS MODELS .....	56
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>61</b>
<i>Санаев С.Т., Рахматов И.И.</i> ВЫРАЩИВАНИЕ ОВОЩНЫХ (СЛАДКИХ) СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В КАЧЕСТВЕ ПОВТОРНОГО ПОСЕВА / <i>Sanaev S.T., Rakhmatov I.I.</i> CULTIVATION OF VEGETABLE (SWEET) VARIETIES AND HYBRIDS OF CORN AS A RECOVERY .....	61
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>65</b>
<i>Нгуен Мань Ха, До Ман Тунг.</i> РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ сменных РЕЖУЩИХ пластин ПРИ токарной обработке / <i>Nguyen Manh Ha, Do Manh Tung.</i> CALCULATION OF THE STRENGTH OF CUTTING INSERTS DURING TURNING .....	65
<b>ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>74</b>
<i>Ахмедов О.С.</i> ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЯЗЫКУ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ / <i>Akhmedov O.S.</i> BASIC REQUIREMENTS FOR THE LANGUAGE OF A MATHEMATICS TEACHER .....	74
<i>Бахтиёрова С.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ / <i>Bakhtiyorova S.I.</i> USE OF SOFTWARE IN TEACHING MATERIALS SCIENCE .....	77
<b>ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>81</b>
<i>Ражабов Т.И.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ БУХАРСКИМ ДЕТСКИМ ФОЛЬКЛОРНЫМ ПЕСНЯМ В СРЕДНЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ / <i>Rajabov T.I.</i> IMPROVEMENT OF SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL POSSIBILITIES OF TEACHING BUKHARA CHILDREN'S FOLKLORE SONGS IN SECONDARY EDUCATIONAL SCHOOL .....	81
<i>Раджабов А.Ш., Джалилов Ф.А.</i> СОДЕРЖАНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ВЕДЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ / <i>Rajabov A.Sh., Jalilov F.A.</i> CONTENTS OF PREPARING STUDENTS FOR ACTIVITIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS .....	84
<i>Норова Ш.У.</i> ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ В ДУХЕ УВАЖЕНИЯ К НАЦИОНАЛЬНЫМ ЦЕННОСТЯМ ПОСРЕДСТВОМ МУЗЫКАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ / <i>Norova Sh.U.</i> TRAINING STUDENTS IN THE SPIRIT OF RESPECT FOR NATIONAL VALUES THROUGH MUSICAL EDUCATION .....	88
<i>Рахимов Р.Н.</i> СПОСОБЫ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ ПОНИМАНИЯ МУЗЫКИ / <i>Rahimov R.N.</i> WAYS TO DEVELOP MUSIC COMPREHENSION SKILLS .....	91

# О ВЕТВЯХ СУЩЕСТВЕННОГО СПЕКТРА ОДНОЙ 3X3-ОПЕРАТОРНОЙ МАТРИЦЫ

Тошева Н.А.<sup>1</sup>, Шарипов И.А.<sup>2</sup> Email: Tosheva1177@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Тошева Наргиза Ахмедовна – преподаватель;

<sup>2</sup>Шарипов Илхом Азизбой угли – магистрант,

кафедра математического анализа, физико-математический факультет,

Бухарский государственный университет,

г. Бухара, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в трехчастичном обрезанном подпространстве фоковского пространства рассматривается трехдиагональная 3x3-операторная матрица  $A$ . Эта матрица является линейным, ограниченным и самосопряженным оператором. Введена вспомогательная 2x2-операторная матрица  $A_1$  и изучен ее спектр. Местоположение существенного спектра оператора  $A$  описано через спектр операторной матрицы  $A_1$ . Выделены двухчастичные и трехчастичные ветви существенного спектра оператора  $A$  и определено число отрезков этих ветвей существенного спектра.

**Ключевые слова:** операторная матрица, обрезанная подпространства, пространство Фока, существенный спектр.

## ON THE BRANCHES OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF A 3X3 OPERATOR MATRIX

Tosheva N.A.<sup>1</sup>, Sharipov I.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tosheva Nargiza Ahmedovna – Teacher;

<sup>2</sup>Sharipov Ilkhom Azizboy ugli - Master Student,

DEPARTMENT OF MATHEMATICAL ANALYSIS, FACULTY OF PHYSICS AND MATHEMATICS,

BUKHARA STATE UNIVERSITY,

BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** in the three-particle cut subspace of the Fock space we consider tridiagonal 3x3 operator matrix  $A$ . This matrix is linear, bounded and self-adjoint operator. Auxiliary 2x2 operator matrix  $A_1$  is introduced and its spectrum is investigated. The location of the essential spectrum of the operator  $A$  is described via the spectrum of the spectrum of a operator matrix  $A_1$ . Two-particle and three-particle branches of the essential spectrum of the operator  $A$  are singled out and the number of segments of the branches of essential spectrum are defined.

**Keywords:** operator matrix, cut subspace, Fock space, essential spectrum.

УДК 517.984

Пусть  $H_0 := C$  - одномерное комплексное пространство,  $H_n := L_2\left([-\pi; \pi]^n\right)$ ,  $n \in N$  - гильбертово пространство квадратично-интегрируемых функций, определенных на  $[-\pi; \pi]^n$ . Обозначим через  $F(L_2[-\pi; \pi])$  стандартное пространство Фока над  $L_2[-\pi; \pi]$ :

$$F(L_2[-\pi; \pi]) := C \oplus L_2[-\pi; \pi] \oplus L_2\left([-\pi; \pi]^2\right) \oplus \dots$$

или

$$F(L_2[-\pi; \pi]) = H_0 \oplus H_1 \oplus H_2 \oplus \dots$$

Гильбертово пространство  $H := H_0 \oplus H_1 \oplus H_2$  называется обрезанным трехчастичным подпространством пространства Фока.

В настоящей работе в гильбертовом пространстве  $H$  рассматривается трехдиагональная  $3 \times 3$  блочно-операторная матрица вида

$$A = \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} & 0 \\ A_{01}^* & A_{11} & A_{12} \\ 0 & A_{12}^* & A_{22} \end{pmatrix}$$

с матричными элементами  $A_{ij} : H_j \rightarrow H_i, i, j = 0, 1, 2$ :

$$A_{00}f_0 = \varepsilon f_0, \quad A_{01}f_1 = \int_{-\pi}^{\pi} \sin t \cdot f_1(t) dt$$

$$(A_{11}f_1)(x) = (\varepsilon + 1 - \cos x)f_1(x), \quad (A_{12}f_2)(x) = \int_{-\pi}^{\pi} \sin t \cdot f_2(x, t) dt,$$

$$(A_{22}f_2)(x; y) = (\varepsilon + 2 - \cos x - \cos y)f_2(x, y),$$

где  $f_i \in H_i, i = 0, 1, 2; \varepsilon \in \mathbb{R}$ . Здесь  $A_{ij}^*$  – оператор, сопряженный с  $A_{ij}, i < j$ , а норма элемента  $f = (f_0, f_1, f_2) \in H$  задается выражением

$$\|f\|^2 = |f_0|^2 + \int_{-\pi}^{\pi} |f_1(x)|^2 dx + \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |f_2(x, y)|^2 dx dy.$$

При этом

$$(A_{01}^*f_0)(x) = \sin x \cdot f_0, f_0 \in H_0;$$

$$(A_{12}^*f_1)(x, y) = \sin y \cdot f_1(x), f_1 \in H_1.$$

В данном случае операторная матрица  $A$  является линейным, ограниченным и самосопряженным в гильбертовом пространстве  $H$ .

Рассмотрим также оператор  $A_1$  действующий в гильбертовом пространстве  $H_0 \oplus H_1$  и определенный как  $2 \times 2$  блочно-операторная матрица

$$A_1 := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix}.$$

Очевидно, что в силу известной теоремы Вейля о сохранении существенного спектра при возмущениях конечного ранга следует, что для существенного спектр  $\sigma_{ess}(A_1)$  имеет место равенство

$$\sigma_{ess}(A_1) = [0; 2]$$

Определим регулярную в  $C \setminus [0; 2]$  функцию

$$\Delta(z) = \varepsilon - z - \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin^2 t dt}{\varepsilon + 1 - \cos t - z}.$$

Функция  $\Delta(\cdot)$  называется детерминантом Фредгольма, ассоциированным с оператором  $A_1$ .

Следующая лемма устанавливает связь между собственными значениями оператора  $A_1$  и нулями функции  $\Delta(\cdot)$

**Лемма 1.** Число  $z \in C \setminus [0;2]$  является собственным значением оператора  $A_1$  тогда и только тогда, когда  $\Delta(z) = 0$ .

Из леммы 1 вытекает, что

$$\sigma_{disc}(A_1) = \{z \in C \setminus \sigma_{ess}(A_1) : \Delta(z) = 0\}.$$

Из определения функции  $\Delta(\cdot)$  видно, что это функция монотонно убывает на  $(-\infty;0) \cup (2;+\infty)$ . Поэтому функция  $\Delta(\cdot)$  имеет не более одного нуля в интервале  $(-\infty;0)$  (соответственно  $(2;+\infty)$ ). В силу леммы 1 эти нули являются собственными значениями оператора  $A_1$ .

Напомним, что для  $\Omega_1, \Omega_2 \subset R$  имеет место равенство

$$\Omega_1 + \Omega_2 = \{a_1 + a_2 : a_i \in \Omega_i, i = 1,2\}.$$

Следующая теорема описывает местоположение существенного спектра оператора  $A$ .

**Теорема 1.** *Существенный спектр  $\sigma_{ess}(A)$  оператора  $A$  совпадает с множеством*

$$\Sigma := [\varepsilon; \varepsilon + 4] \cup \{[0;2] + \sigma_{disc}(A_1)\},$$

*т.е. справедливо равенство  $\sigma_{ess}(A) = \Sigma$ . Более того, множество  $\Sigma$  представляет собой объединение не более чем трех отрезков.*

Введем подмножества существенного спектра оператора  $A$ .

**Определение.** *Множества  $[0;2] + \sigma_{disc}(A_1)$  и  $[\varepsilon; \varepsilon + 4]$  называются двухчастичной и трехчастичной ветвями существенного спектра оператора  $A$  соответственно.*

Так как оператор  $A_1$  имеет не более двух простых собственных значений, по определению множество  $[0;2] + \sigma_{disc}(A_1)$  есть объединение не более чем двух отрезков.

Причём, одно из отрезков расположено левее точки 0, а вторая правее чем 2. Этот факт играет важную роль при исследовании структуры существенного спектра, при исследовании расположении двухчастичной и трехчастичной ветви существенного спектра оператора  $A$ .

При доказательстве теореме 1 включение  $\Sigma \subset \sigma_{ess}(A)$  устанавливается с помощью критерия Вейля.  $A$  обратное включение, т.е.  $\sigma_{ess}(A) \subset \Sigma$  осуществляется с использованием аналитической теоремы Фредгольма.

Существенный и дискретный спектры трехчастичных модельных операторов на решетке и операторных матриц изучены во многих работах, см., например [1-26].

### Список литературы / References

1. Muminov M.I., Rasulov T.H., Tosheva N.A. Analysis of the discrete spectrum of the family of 3x3 operator matrices // Comm Math Anal. 11:1 (2020). С. 17-37.
2. Rasulov T.H., Tosheva N.A. Analytic description of the essential spectrum of a family of 3x3 operator matrices // Nanosystems: Phys., Chem., Math., 10:5 (2019). С. 511-519.
3. Ekincioglu I., Ikromov I.A. On the boundedness of integral operators // Turkish journal of Mathematics. 23:2 (2000). С. 257-264.

4. *Абдуллаев Ж.И., Икромов И.А.* Конечность числа собственных значений двухчастичного оператора Шредингера на решетке // Теоретическая и математическая физика. 152:3 (2007). С. 502–517.
5. *Икромов И.А., Шарипов Ф.* О дискретном спектре неаналитической матричнозначной модели Фридрикса // Функциональный анализ и его приложения, 32:1 (1998). С. 63–65.
6. *Абдуллаев Ж.И., Икромов И.А., Лакаев С.Н.* О вложенных собственных значениях и резонансах обобщенной модели Фридрикса // Теоретическая и математическая физика. 103:1 (1995). С. 54–62.
7. *Rasulova Z.D.* Investigations of the essential spectrum of a model operator associated to a system of three particles on a lattice // J. Pure and Appl. Math.: Adv. Appl., 11:1 (2014). С. 37–41.
8. *Rasulova Z.D.* On the spectrum of a three-particle model operator // Journal of Mathematical Sciences: Advances and Applications, 25 (2014). С. 57-61.
9. *Rasulov T.H., Rasulova Z.D.* Essential and discrete spectrum of a three-particle lattice Hamiltonian with non-local potentials // Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics, 5:3 (2014). С. 327-342.
10. *Rasulov T.H.* On the finiteness of the discrete spectrum of a 3x3 operator matrix // Methods of Functional Analysis and Topology, 22:1 (2016). С. 48-61.
11. *Rasulov T.H.* The finiteness of the number of eigenvalues of an Hamiltonian in Fock space // Proceedings of IAM, 5:2 (2016). С. 156-174.
12. *Расулов Т.Х., Расулова З.Д.* Спектр одного трехчастичного модельного оператора на решетке с нелокальными потенциалами // Сибирские электронные математические известия. 12 (2015). С. 168-184.
13. *Muminov M.I., Rasulov T.H.* Embedded eigenvalues of an Hamiltonian in bosonic Fock space // Comm. in Mathematical Analysis. 17:1 (2014). С. 1-22.
14. *Muminov M., Neidhardt H., Rasulov T.* On the spectrum of the lattice spin-boson Hamiltonian for any coupling: 1D case // J. Math. Phys., 56 (2015), 053507.
15. *Muminov M.I., Rasulov T.H.* On the number of eigenvalues of the family of operator matrices. // Nanosystems: Phys., Chem., Math., 5:5 (2014). С. 619-625.
16. *Расулов Т.Х.* Исследование спектра одного модельного оператора в пространстве Фока // Теорет. матем. физика. 161:2 (2009). С. 164-175.
17. *Расулов Т.Х.* О числе собственных значений одного матричного оператора // Сибирский математический журнал, 52:2 (2011). С. 400-415.
18. *Muminov M.I., Rasulov T.H.* The Faddeev equation and essential spectrum of a Hamiltonian in Fock Space // Methods Funct. Anal. Topol., 17:1 (2011). С. 47-57.
19. *Rasulov T.H.* Investigations of the essential spectrum of a Hamiltonian in Fock space // Appl. Math. Inf. Sci. 4:3 (2010). С. 395-412.
20. *Расулов Т.Х.* Исследование существенного спектра одного матричного оператор // Теоретическая и математическая физика, 164:1 (2010). С. 62-77.
21. *Rasulov T.H., Muminov M., Hasanov M.* On the spectrum of a model operator in Fock space // Methods Funct. Anal. Topology. 15:4 (2009). С. 369-383.
22. *Расулов Т.Х.* О структуре существенного спектра модельного оператора нескольких частиц // Математические заметки. 83:1 (2008). С. 78-86.
23. *Albeverio S., Lakaev S.N., Rasulov T.H.* On the Spectrum of an Hamiltonian in Fock Space. Discrete Spectrum Asymptotics // Journal of Statistical Physics, 127:2 (2007). С. 191-220.
24. *Albeverio S., Lakaev S.N., Rasulov T.H.* The Efimov Effect for a Model Operator Associated with the Hamiltonian of non Conserved Number of Particles // Methods of Functional Analysis and Topology, 13:1 (2007). С. 1-16.
25. *Dilmurodov E.B., Rasulov T.H.* Essential spectrum of a 2x2 operator matrix and the Faddeev equation // European science. 51:2 (2020). С. 7-10.
26. *Tosheva N.A., Rasulov T.H.* Main property of regularized Fredholm determinant corresponding to a family of 3x3 operator matrices // European science. 51 (2020). № 2 (Part II). С. 11-14.

# АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ МОДЕЛИ ФРИДРИХСА

Хайитова Х.Г.<sup>1</sup>, Ибодова С.Т.<sup>2</sup> Email: Khayitova1177@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Хайитова Хилола Гафуровна – преподаватель;

<sup>2</sup>Ибодова Севарабону Тухтасиновна – студент,

кафедра математического анализа, физико-математический факультет,

Бухарский государственный университет,

г. Бухара, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в гильбертовом пространстве  $L_2[-\pi, \pi]$ , квадратично-интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на  $[-\pi, \pi]$ , рассматривается так называемая модель Фридрихса вида  $H_\mu = H_0 - \mu V$ ,  $\mu > 0$ . Здесь  $H_0$  – оператор умножения и  $V$  – одномерный интегральный оператор. Приведен пошаговый алгоритм исследования собственных значений оператора

$H_\mu$ . Построен определитель Фредгольма, ассоциированный с оператором  $H_\mu$ .

Утверждается, что правее существенного спектра оператора  $H_\mu$  отсутствуют собственные значения. Указаны условия существования собственных значений относительно  $\mu > 0$ .

**Ключевые слова:** модель Фридрихса, оператор умножения, оператор возмущения.

## AN ALGORITHM OF THE INVESTIGATION OF EIGENVALUES OF THE FRIEDRICH'S MODEL

Khayitova Kh.G.<sup>1</sup>, Ibodova S.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khayitova Khilola Gafurovna – Teacher;

<sup>2</sup>Ibodova Sevarabonu Tukhtasinovna – Student,

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF PHYSICS AND MATHEMATICS,

BUKHARA STATE UNIVERSITY,

BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** in the Hilbert space  $L_2[-\pi, \pi]$  of square-integrable (complex valued) functions defined on  $[-\pi, \pi]$ , we consider so-called Friedrichs model of the form  $H_\mu = H_0 - \mu V$ ,  $\mu > 0$ . Here  $H_0$  is a multiplication operator and  $V$  is a integral operator. A step by step algorithm of the investigation of eigenvalues of the operator  $H_\mu$  is given. The Fredholm determinant associated with the operator  $H_\mu$  is constructed. It is stated that there are no eigenvalues to the right of the essential spectrum of the operator  $H_\mu$ . Conditions for the existence of eigenvalues with respect to  $\mu > 0$  are indicated.

**Keywords:** Friedrichs model, multiplication operator, perturbation operator.

УДК 517.984