

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

4 (308)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2016 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2016 г.

JULY – AUGUST 2016

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 307 (2016), 163 – 167

UDC 514.753

SOLITON DEFORMATIONS OF THIRD ORDER ENNEPER'S SURFACE**D.M.Kurmanbaev**al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
kurmanbaev.damir@gmail.com**Keywords:** Dirac operator, modified Veselov-Novikov equation, Mutard transformations, Enneper's surface, deformation of surface, inversion.**Abstract.** Modified Veselov-Novikov equation was introduced in [1]. A method for constructing exact solutions of this equation by Mutard transformations was proposed in [6] and in [5] it was obtained a geometric interpretation of Mutard transformations. In this paper it was applied this transformations for mVN equation on the example of third order Enneper's surface and constructed deformation of this surface.

УДК 514.753

СОЛИТОННАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭННЕПЕРА ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА**Д.М.Курманбаев**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Ключевые слова: оператор Дирака, модифицированное уравнение Веселова-Новикова, преобразование Мутара, поверхность Эннепера, деформация поверхности, инверсия.**Аннотация.** Модифицированное уравнение Веселова-Новикова было введено в [1]. Метод построения точных решений этого уравнения типа преобразования Мутара был предложен в [6], в работе [5] была получена геометрическая интерпретация преобразования Мутара. В данной работе применяется преобразование Мутара для уравнения мВН на примере поверхности Эннепера третьего порядка и строится деформация данной поверхности.*1. Деформация поверхности Эннепера третьего порядка.*Пусть Σ - поверхность Эннепера третьего порядка, построенная по $\psi_1 = z^3, \psi_2 = 1$ посредством представления Вейерштрасса [2]:

$$u^1(P) = \frac{i}{2} \int_{P_0}^P \left((\psi_1^2 + \bar{\psi}_2^2) dz - (\bar{\psi}_1^2 + \psi_2^2) d\bar{z} \right) + u^1(P_0),$$

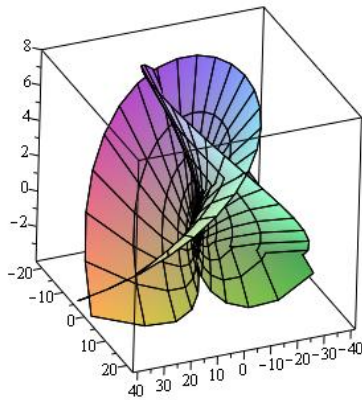
$$u^2(P) = \frac{1}{2} \int_{P_0}^P \left((\bar{\psi}_2^2 - \psi_1^2) dz + (\psi_2^2 - \bar{\psi}_1^2) d\bar{z} \right) + u^2(P_0), \quad (1)$$

$$u^3(P) = \int_{P_0}^P (\psi_1 \bar{\psi}_2 dz + \bar{\psi}_1 \psi_2 d\bar{z}) + u^3(P_0).$$

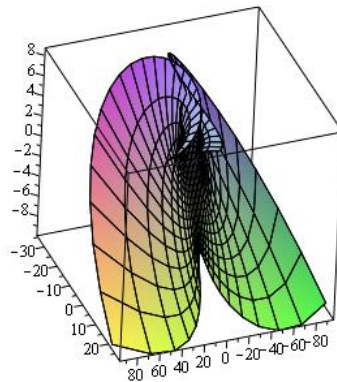
Так как голоморфные функции $\psi_1(z, \bar{z}, t) = z^3 + 6t, \psi_2(z, \bar{z}, t) = 1$ удовлетворяют следующим уравнениям:

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial z} = \frac{\partial \bar{\psi}_2}{\partial \bar{z}} = 0, \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial t} = \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^3}, \quad \frac{\partial \psi_2}{\partial t} = \frac{\partial^3 \psi_2}{\partial \bar{z}^3}$$

то поверхность Σ_t , построенная по $\psi_1(z, \bar{z}, t), \psi_2(z, \bar{z}, t)$ с помощью представлений Вейерштрасса, задает солитонную деформацию поверхности Σ (рис.1).



Поверхность Эннепера 3-го порядка - Σ



Деформированная поверхность Эннепера 3-го порядка - Σ_t , при $C=0.5$.

Рисунок 1 - Деформация (изгиб) поверхности Эннепера третьего порядка на $x \in [-1, 1], y \in [-2, 2]$.

Построим по поверхностям Σ_t

$$u^1(x, y) = -y \left(x^6 - \frac{1}{7} y^6 + 36C^2 + 3x^2 y^4 - 5x^4 y^2 + 12Cx^3 + 1 \right) + 12Cxy^3,$$

$$u^2(x, y) = x \left(y^6 - \frac{1}{7} x^6 - 36C^2 + 3x^4 y^2 - 5x^2 y^4 - 3Cx^3 + 1 \right) - 3Cy^4,$$

$$u^3(x, y) = \frac{1}{2} (x^2 - y^2)^2 - 2x^2 y^2 + 12Cx,$$

поверхности S_t как поверхности в пространстве мнимых кватернионов [4]:

$$S_0 = \begin{pmatrix} \frac{i}{2} (x^2 - y^2)^2 - 2ix^2 y^2 & s(x, y) \\ -\bar{s}(x, y) & -\frac{i}{2} (x^2 - y^2)^2 + 2ix^2 y^2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

где $s(x, y) = ix \left(\frac{x^6}{7} - y^6 - 3x^4 y^2 + 5x^2 y^4 - 1 \right) - y \left(\frac{y^6}{7} - x^6 - 3x^2 y^4 + 5x^4 y^2 - 1 \right),$

$$S_t = S_0 + 3t \begin{pmatrix} 4ix & i(x^2 - y^2)^2 + 4xy(x^2 - y^2 - ixy) \\ i(x^2 - y^2)^2 + 4xy(y^2 - x^2 - ixy) & -4ix \end{pmatrix} +$$

$$+36t^2 \begin{pmatrix} 0 & ix+y \\ ix-y & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

В свою очередь, поверхность S_t является солитонной деформацией поверхности Эннепера третьего порядка - S_0 по формуле (2) в той же пространстве. Для инверсированной поверхности S_t^{-1} отвечает потенциал \tilde{U} - как решение следующего модифицированного уравнения Веселова-Новикова (мВН)[1]:

$$U_t = U_{zzz} + 3U_z V + \frac{3}{2}UV_z + U_{zzz} + 3U_z \bar{V} + \frac{3}{2}U\bar{V}_z \quad (4)$$

с условием для потенциала $V_z = (U^2)_z$.

С помощью преобразования Мутара [6] находим решения уравнения мВН \tilde{U}, \tilde{V} :

$$\tilde{U}(x, y, t) = -i \frac{|(x+iy)^3 + 6t| \bar{\alpha} - ((x-iy)^3 + 6t)\bar{\beta} + ((x+iy)^3 + 6t)\beta + \alpha}{|\alpha|^2 + |\beta|^2}, \quad (5)$$

$$\tilde{V} = A^2 + 2(A\bar{B} - i\bar{C}\tilde{U}) \quad (6)$$

где

$$\alpha(x, y, t) = \frac{i}{2}(x^2 - y^2)^2 - 2ix^2y^2 + 12ixt, \beta(x, y, t) = s(x, y) + 3i(x^2 - y^2)^2t + 12xy(x^2 - y^2 - ixy)t + 36(ix+y)t^2,$$

$$A = -i \frac{((x+iy)^3 + 6t)(\bar{\alpha} - \alpha) - \bar{\beta} - ((x+iy)^3 + 6t)^2 \beta}{|\alpha|^2 + |\beta|^2},$$

$$B = -i \frac{3(x-iy)^2((x+iy)^3 + 6t)t}{|(x+iy)^3 + 6t|^2 + 1},$$

$$C = -i \frac{3(x-iy)^2}{|(x+iy)^3 + 6t|^2 + 1}.$$

2. Инверсия поверхности Эннепера третьего порядка.

Инверсия

$$x \rightarrow -\frac{x}{|x|^2},$$

переводит поверхности S_t определенный по (3), (который проходит через точку $u_1^0 = u_2^0 = u_3^0 = 0$ с нулевым потенциалом) в поверхности S_t^{-1} , в некоторый момент времени $t = C$ (в точке $x = y = 0$ с производными потенциала \tilde{U}).

Частные производные потенциала \tilde{U} являются представлениями инверсированной поверхности S_t^{-1} , так как сам потенциал не имеет особенности в точке $x = t = 0$:

$$\tilde{U} = -\frac{42y^2(y^6 + 7)}{4y^{12} - 7y^6 + 196}$$

следовательно, потенциал становится регулярным в точке $x = y = 0$ с произвольным t . Но производная этого потенциала имеет особенность в точке $x = y = 0$, так как поверхность Σ с образами начальных точек в $u_1^0 = u_2^0 = u_3^0 = 0$ будет изгибаться в этой точке и на рис.1 можно

заметить динамику от изгиба $\Sigma_\varepsilon : u_1^0 = u_2^0 = u_3^0 = 0$ при малых $t = \varepsilon = 0.5$ до возникновения перегиба Σ_t поверхности Σ .

Кроме того, имеются следующие конечные пределы производных потенциала \tilde{U} :

$$\lim_{r \rightarrow 0, \varphi = \text{const}} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \tilde{U}(x, y, 0) = -9 \cos 2\varphi + 9 \cos 4\varphi - 3 \cos 6\varphi,$$

$$\lim_{r \rightarrow 0, \varphi = \text{const}} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \tilde{U}(x, y, 0) = 9 \cos 2\varphi + 9 \cos 4\varphi + 3 \cos 6\varphi,$$

откуда

$$\lim_{r \rightarrow 0, \varphi = \frac{\pi}{8} + k \frac{\pi}{4}} \Delta \tilde{U}(r, \varphi) = 0,$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ – оператор Лапласа.

Из последнего равенства получаем, что для деформируемой поверхности

$$S_t = \{S_0(P) + S_1(P)t + S_2(P)t^2, P \in S\},$$

ее инверсия S_t^{-1} , в некоторый момент времени $t = C$ имеет следующий вид:

$$\lim_{x \rightarrow 0, y \rightarrow 0} \Delta S_t^{-1} = 0.$$

Здесь инверсированная минимальная поверхность в окрестности точки P_0 , показывает солитонную деформацию как "деформацию мембраны" с приложениями в физике. В общем случае это нелинейная деформация, которая описывается глобально (рис.2).

В зависимости от выбора начальных точек поверхности и параметра t , определяются слабая солитонная деформация (в точке изгиба) и гладкая деформация (в точке перегиба) потенциала представления инверсированной поверхности Эннепера третьего порядка. И этот потенциал становится регулярной, если выбрать начальные точки в $u_1^0 = a, u_2^0 = b, u_3^0 = c$ и произвольные t для гладкой деформаций уже движущейся поверхности Эннепера третьего порядка $\Sigma_t : u^1 \rightarrow u^1 - t, u^2 \rightarrow u^2 - t, u^3 \rightarrow u^3 - t$.

3. Основной результат.

Теорема.

1) Потенциалы \tilde{U}, \tilde{V} удовлетворяют уравнения мВН (4) и производная потенциала \tilde{U} имеет особенность в точке $x = y = t = 0$;

2) Солитонная деформация описывается следующим образом: в начальный момент времени поверхность Σ_ε в точке $x = y = t = 0$ будет изгибаться для любого $\varepsilon > 0$, а слабая деформация потенциала представления инверсированной поверхности Эннепера третьего порядка S_t^{-1} имеет следующий вид:

$$\lim_{x \rightarrow 0, y \rightarrow 0} \Delta S_t^{-1} = 0,$$

и в некоторый момент времени $t = C$, поверхность Σ_C^{-1} продолжается гладкой деформацией движущейся поверхности Эннепера третьего порядка Σ_t , для произвольной t .

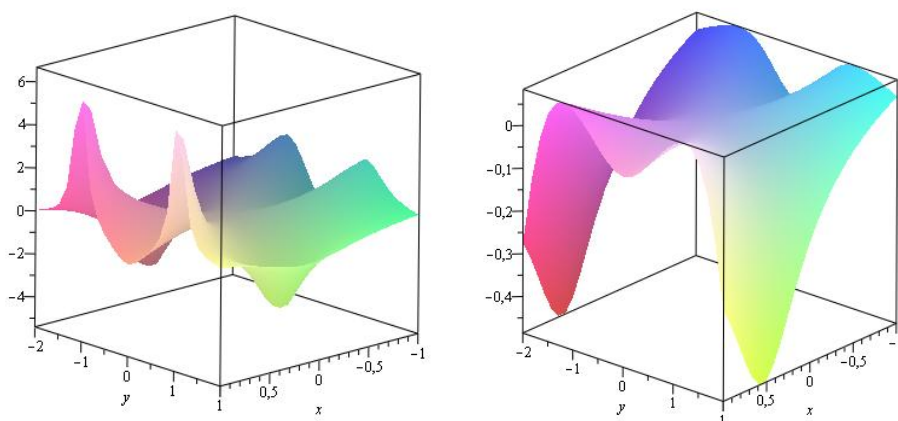


Рисунок 2 - Слабая солитонная и гладкая деформация потенциала представления инверсированной поверхности Эннепера третьего порядка Σ_t^{-1} на $x \in [-1, 1], y \in [-2, 2], t \in [10^{-1}, 0.5]$ и $x \in [-1, 1], y \in [-2, 2], t \in [1, 10]$ соответственно

Автор выражает благодарность академику РАН И.А.Тайманову за постановку задачи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bogdanov L.V. "Veselov-Novikov equation as a natural two-dimensional generalization of the Korteweg-de Vries equation". *Theor. Math. Phys.* 70,1987,309-314.
- [2] I. A. Taimanov "Two-dimensional Dirac operator and the theory of surfaces". *Russian Math. Surveys* 61 2006, no. 1, 79-159.
- [3] Konopelchenko B.G. "Induced surfaces and their integrable dynamics", *Stud. Appl. Math.*,96:1,1996, 9-51.
- [4] И.А.Тайманов "Разрушающиеся решения модифицированного уравнения Веселов-Новикова и минимальные поверхности". *Теоретическая и математическая физика.* 2015, Т. 182, N. 2. С. 213-222.
- [5] И.А.Тайманов "Преобразование Мутара двумерных операторов Дирака и геометрия Мебиуса". *Матем. заметки.* 2015. Т. 97, вып. 1, С. 129-141.
- [6] Delong Yu, Q.P. Liu, and Shikun Wang "Darboux transformation for the modified Veselov-Novikov equation". *J. of Physics A* 35 ,2001, 3779-3785.

REFERENCES

- [1] Bogdanov L.V. "Veselov-Novikov equation as a natural two-dimensional generalization of the Korteweg-de Vries equation". *Theor. Math. Phys.* 70,1987,309-314.
- [2] I. A. Taimanov "Two-dimensional Dirac operator and the theory of surfaces". *Russian Math. Surveys* 61 2006, no. 1, 79-159.
- [3] Konopelchenko B.G. "Induced surfaces and their integrable dynamics", *Stud. Appl. Math.*,96:1,1996, 9-51.
- [4] I.A.Taimanov "Blowing up solutions of the modified Novikov-Veselov equation and minimal surfaces" . *Theor. Math. Phys.* 2015, V182, N. 2. p. 213-222.
- [5] И.А.Тайманов "The Moutard transformations of two-dimensional Dirac operators and Mebius geometry". *Mat.Zametki.* 2015. V. 97, Issue 1, p. 129-141.
- [6] Delong Yu, Q.P. Liu, and Shikun Wang "Darboux transformation for the modified Veselov-Novikov equation". *J. of Physics A* 35 ,2001, 3779-3785.

ҮШІНШІ РЕТТІ ЭННЕПЕР БЕТІНІҢ СОЛИТОНДЫ ДЕФОРМАЦИЯСЫ

Д.М. Құрманбаев

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

Түйін сөздер: Дирак операторы, модификацияланған Веселов-Новиков теңдеуі, Мутар түрлендіруі, Эннепер беті, беттің деформациясы, инверсия.

Аннотация. Модификацияланған Веселов-Новиков теңдеуі [1] мақалада енгізілген. Бұл теңдеудің дәл шешімін Мутар түрлендіруінің көмегімен табу әдісі [6] енгізілген, ал осы түрлендірудің геометриялық интерпретациясы [5] алынған. Бұл мақалада үшінші ретті Эннепер бетінің мысалы арқылы МВН теңдеуіне Мутар түрлендіруі қолданылады және аталған беттің деформациясы құрастырылады.

Поступила 17.06.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Процессы в околоземном космическом пространстве

<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н.</i> Статистика ночных увеличений электронной концентрации в максимуме F2-слоя.....	5
<i>Сомсиков В.М.</i> О природе бифуркации динамических систем.....	11
<i>Жантаев Ж.Ш., Грищенко В.Ф., Мукушев А.</i> Схемотехническое моделирование защиты электронной аппаратуры от электростатического разряда.....	15
<i>Антонова В.П., Крюков С.В., Луценко В.Ю., Чубенко А.П.</i> Эффекты землетрясений в интенсивности нейтронов тепловых энергий на высокогорной станции Северного Тянь-Шаня.....	20
<i>Салихов Н.М.</i> Новый метод регистрации динамики вспышек ионизации в ионосфере аппаратно-программным комплексом доплеровских измерений на наклонной радиотрассе.....	27

Наземно-космические методы исследования геодинимических процессов в земной коре

<i>Вилев А.В., Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П.</i> Динамика сезонных движений GPS станций на территории Северного Тянь-Шаня.....	34
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Тойшиев Н.С., Калдыбаев А., Нуракунов С.</i> Вариации солнечной активности и пространственно-временное распределение сильных землетрясений ($M \geq 7.0$) на территории Евразии в 1973-2014 гг.....	40
<i>Бибосинов А.Ж., Шигаев Д.Т., Калдыбаев А.А., Нуракунов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Г.Б.</i> Исследование Шардаринского гидрокомплекса методом георадиолокации.....	46
<i>Бибосинов А.Ж., Нуракунов С.М., Калдыбаев А.А., Шигаев Д.Т.</i> Эффективность применения георадиолокационного метода при изучении инженерно-геологических условий на участках Алматинского метрополитена приповерхностного залегания.....	50
<i>Шигаев Д.Т., Мунсызбай Т.М.</i> Маломощная солнечная теплоэлектростанция с максимальным использованием энергии Солнца.....	56
<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я., Кайраткызы Д., Андреев А.</i> Долговременные тренды в вариациях продолжительности земных суток и частоты возникновения на планете землетрясений.....	62
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Сералиев А., Хасанов Э.</i> Пространственное распределение характеристик главного геомагнитного поля и эпицентров глубокофокусных ($h > 350$ км) землетрясений по данным 1973-2014 гг.....	67

<i>Исанова М.К., Коданова С.К., Рамазанов Т.С., Бастыкова Н.Х., Габдуллин М.Т., Молдабеков Ж.А.</i> Сечение рассеяния и тормозная способность в плотной плазме: влияние эффектов дифракции и динамического экранирования.....	73
<i>Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.</i> Численное исследование процесса пальцеобразования при течении двух не смешивающихся жидкостей в канале.....	86
<i>Ахметов Б.С., Корченко А.А., Жумангалиева Н.К.</i> Модель решающих правил для обнаружения аномалий в информационных системах.....	91
<i>Бапаев К.Б., Сламжанова С.С., Исаева Г.Б.</i> О дискретных неравенствах.....	101
<i>Боос Э.Г., Альменова А.М., Жуков В.В., Садыков Т.Х., Степанов А., Таутаев Е.М.</i> Исследование взаимодействий частиц космического излучения методом радиоизлучения на высоте 3340 метров над уровнем моря.....	110
<i>Джакупов К.Б.</i> О моделировании динамики вязкой жидкости уравнениями ротора скорости и функции тока.....	117
<i>Джакупов К.Б.</i> Эффективное применение уравнений максвелла и закона ома в численном моделировании двухфазных процессов магнитной гидродинамики.....	124
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Сахиев С.К., Жаугашиева С.А., Нурбакова Г.С., Мукушев Б.А.</i> Вычисление ширины распада $\omega(782)$ мезона для реакции $\omega \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ в ковариантной модели кварков.....	135
<i>Калмурзаев Б.С.</i> О полурешетках роджерса двухэлементных семейств разностей в п. множеств.....	141
<i>Кошеров Т.С., Жумабекова Г.Е.</i> Исследование структуры и фазового состава поверхности кремния при температурном и лазерном воздействии.....	147
<i>Кошеров Т.С., Көшикбай Б.Қ.</i> Особенности напряженного состояния пластин кремния в процессе термического отжига.....	156
<i>Курманбаев Д.М.</i> Солитонная деформация поверхности энепера третьего порядка.....	163
<i>Майлебаева Д., Тилегенова Д.</i> Метод параметризации при решении трансцендентных уравнений.....	168
<i>Мамаев Ш.М., Даниярбек Р.Н.</i> Ұзындығы шектелген стерженьде пластикалық облыстың және кернеуді жеңілдету толқындарының құрылуын торлық-характеристика әдісімен зерттеу.....	173
<i>Оңгарбаева А.Д.</i> Электрондық білім беру ресурстарын оқу процесінде болашақ мұғалімдерді оқытуда қолдану.....	184
<i>Сүйменбаев Б.Т., Алексеева Л.А., Сүйменбаева Ж.Б., Гусейнов С.Р.</i> Моделирование динамики космического аппарата в гравимагнитном поле земли в системе «MATLAB SIMULINK».....	188
<i>Туленбаев К.М., Шаймарданова Ж.Н., Габдуллин Б.</i> Структурные свойства (α, β) – коммутативных алгебр.....	208
<i>Сарсенгельдин М.М., Касабек С., Сагидолла Б.М.</i> Точное и приближенное решения двухфазовой обратной задачи Стефана.....	214