ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

Студенттер мен жас ғалымдардың
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»

PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»

2023
Астана

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

поле $V(\phi)$ и зависимость скалярного поле $\phi(t)$ от времени. Нами было получено решение которое описывает ускоряющее расширение нашей Вселенной.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан AP14972

Список использованных литератур

1. Buchdahl H.A. Non-linear Lagrangians and cosmological theory // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 1970. - Vol. 150. - P. 1.
2. Gecim G., Kucukakca Y. Scalar-tensor teleparallel gravity with boundary term by Noether symmetries // International Journal of Geometric Methods in Modern Physics. – 2018. – Vol. 15, N9. – P. 1850151.
3. M. Sharif .,Waheed S. Noether Symmetries of Some Homogeneous Universe Models in Curvature Corrected Scalar-Tensor Gravity// Lahore-54590, Pakistan.-2013.
4. Kucukakca Y. Scalar Tensor Teleparallel Dark Gravity via Noether Symmetry// Akdeniz University, 07058 Antalya, Turkey.-2018/-
5. О.В.Разина, Ж.М. Сагидуллаева Газ Чаплыгина и решаемая фермионная космология// Вестник № 6.2013.Р.97.

ӘОЖ 532

КЕЙБІР ГЕЙЗЕНБЕРГ ТИПТІ ФЕРРОМАГНЕТИКАНЫҢ ДИСКРЕТТІ ТЕҢДЕУЛЕРІ

Құрбанníяз Меруерт Жарылқасынқызы
kurbanniyazova09@mail.ru
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Ғылыми жетекші – Серикбаев Нуржан Сагиндикович

Дискретті теңдеулер – дискретті жүйелердің әрекетін сипаттайтын математикалық теңдеулер. Бұл уақыттың немесе кеңістіктің белгілі бір нүктелерінде ғана анықталатын мәндер жиынтығымен сипатталатын теңдеулер. Сонымен қатар дискретті теңдеулер мәндердің уақыт немесе кеңістіктегі бір нүктеден келесі нүктеге қалай өзгеретінін қарастырады.

Дискретті теңдеулердің кең таралған түрлерінің бірі – уақыттың әртүрлі нүктелеріндегі реттілік мәндерін байланыстыратын айырымдық теңдеуі. Ол тізбектегі әрбір мүшенің бір немесе бірнеше алдыңғы мүшелерге қалай тәуелді екенін сипаттайды.

Дискретті теңдеулер солитондарды зерттеуде де қолданылады, олар пішінін өзгертпей таралатын оқшауланған толқын тәрізді шешімдер арқылы сипатталады. Солитондар әртүрлі физикалық жүйелерде, соның ішінде сұйықтықтарда, плазмада және оптикалық талшықтарда пайда болады.

Солитондар теориясындағы дискретті теңдеулердің маңызды қолданыстарының бірі – интегралданатын жүйелерді зерттеу. Интегралданатын жүйелер – дәл шешуге болатын дифференциалдық теңдеулер жүйесі және көптеген солитондық теңдеулер интегралданады. Дискретті теңдеулерді интегралданатын жүйелерді жуықтау үшін қолдануға болады, бұл солитондарды зерттеудің пайдалы құралын қамтамасыз етеді [1].

Дискретті Кортевег-де Фриз теңдеуі – нүктелердің дискретті торындағы толқындардың әрекетін сипаттау үшін қолданылатын математикалық модель. Кортевег-де Вриз теңдеуінің дискретті нұсқасы төмендегідей түрде жазылады

$$i\frac{d\psi_n}{dt} + \psi_{n+1} + \psi_{n-1} - 2\psi_n + 2\beta|\psi_n|^2\psi_n = 0, \quad (1)$$

мұнда, $\psi_n - n$ дискретті нүктедегі толқынның амплитудасы, $t -$ уақыт, $\beta -$ сызықтық емес коэффициент. $\psi_{n+1} + \psi_{n-1} - 2\psi_n$ өрнегі ψ функциясының n нүктедегі екінші ретті айырымдық туындысы. Екінші ретті айырымдық туынды дискретті тордағы функцияның екінші туындысын аппроксимациялау әдістерінің бірі болып табылады [2].

Дискретті сызықты емес Шредингер теңдеуі – дискретті сызықты емес жүйелердегі толқындардың әрекетін сипаттау үшін қолданылады. Толқындық функциялардың әрекетін сипаттайтын кванттық механикадағы іргелі теңдеу болып табылатын сызықты емес Шредингер теңдеуінің дискретті нұсқасы келесідей түрде қарастырылады

$$i\frac{\partial\psi_n}{\partial z} = -\frac{1}{2}[\psi_{n+1} + \psi_{n-1} - (1 + i\gamma)|\psi_n|^2\psi_n], \tag{2}$$

мұндағы ψ_n – дискретті n нүктедегі толқын амплитудасын сипаттайтын күрделі мәнді функция, γ – жүйенің сызықты еместігін сипаттайтын параметр. Осы (2) теңдеуді шешу үшін шектік айырымдық әдісін қолдануға болады. Ол үшін теңдеудегі туындыларды айырымдық аналогтарымен ауыстырамыз:

$$i\frac{\psi_n^{m+1} - \psi_n^m}{\Delta z} = -\frac{1}{2}[\psi_{n+1}^m + \psi_{n-1}^m - (1 + i\gamma)|\psi_n^m|^2\psi_n^m]. \tag{3}$$

Алдыңғы m қадамындағы ψ мәндерін біле отырып, біз ψ_{n+1}^m үшін бұл теңдеуді шеше аламыз:

$$\psi_{n+1}^m = \psi_n^m - \frac{i\Delta z}{2}[\psi_{n+1}^m + \psi_{n-1}^m - (1 + i\gamma)|\psi_n^m|^2\psi_n^m], \tag{4}$$

Осылайша, алдыңғы қадамындағы мәндерді және белгілі γ коэффициентін пайдаланып келесі қашықтық қадамында ψ_n мәндерін алу үшін итерациялық процесті пайдалана аламыз [3-4]. Мысалы, $\psi_n(0) = \psi_n^0 = e^{-in^2}$ бастапқы шарттары үшін әрбір қашықтық қадамында ψ_n үшін бұл теңдеуді шешіп, толқынның кеңістіктегі эволюциясын алуға болады. Бұл жерде 0 - уақыттың бастапқы моменті.

Дискретті Хирота теңдеуі – айнымалылардың дискретті бір өлшемді торының эволюциясын сипаттайтын сызықты теңдеу. Дискретті Хирота теңдеуі солитондық шешімдер мен хаосты қоса алғанда, динамикалық қасиеттерге бай және аналитикалық және сандық тұрғыдан кеңінен зерттелген.

$$i\frac{\partial\psi_n}{\partial t} + [(a - ib)\psi_{n-1} + (a + ib)\psi_{n+1}](1 + |\psi_n|^2) - 2\psi_n = 0, \tag{5}$$

ал кеңістіңтегі дискретті Хирота теңдеуі [5]

$$\frac{\partial\psi_n}{\partial t} = \alpha(1 + |\psi_n|^2)[\psi_{n+2} - 2\psi_{n+1} + 2\psi_{n-1} - \psi_{n-2} + \psi_n^*(\psi_{n+1}^2 - \psi_{n-1}^2) - |\psi_{n-1}|^2\psi_{n-2} + |\psi_{n+2}|^2\psi_{n+2} + \psi_n(\psi_{n-1}^*\psi_{n+1} + \psi_{n+1}^*\psi_{n-1})] - i\beta(1 + |\psi_n|^2)(\psi_{n+1} + \psi_{n-1}) - 2i\beta\psi_n = 0. \tag{6}$$

Дискретті Абловиц-Ладик теңдеуі – бұл айнымалылардың дискретті бір өлшемді торының эволюциясын сипаттайтын сызықты емес теңдеу. Теңдеуді 1977 жылы Абловиц пен Ладик сызықты емес әрекеттесулері бар кристалдық тордың моделін сипаттау үшін ұсынған. Атап айтқанда, Абловиц-Ладик теңдеуі кристалдық торлардың, фазалық ауысулардың және сызықты емес оптиканың қасиеттерін зерттеу үшін кеңінен қолданылады.

$$i\frac{\partial\psi_n}{\partial t} = \frac{\psi_{n+1}+\psi_{n-1}-2\psi_n}{h^2} + \sigma|\psi_n|^2(\psi_{n+1}+\psi_{n-1}), \tag{7}$$

ML-IV теңдеу (Р. Мырзакулов пен М. Лакшманан ұсынған), ол (2+1) Гейзенберг ферромагнетикінің өзін-өзі үйлестіретін потенциалдармен жалпылауы болып табылады [7-8]. ML-IV теңдеуін дискретті түрі келесідей түрде жазылады:

$$iS_{n+1,j} + 2\epsilon_1\left(\frac{\Delta t}{\Delta x}\right)(Z_{n,j+1} - Z_{n,j-1}) + i\epsilon_2\left(\frac{\Delta t}{\Delta x}\right)\left(S_{n,j-1} + \left[S_{n,j+1}, Z\right]\right)_x + (wS)_x\frac{1}{\omega}\left[S_{n,j}, W_{n,j}\right] = 0, \tag{8}$$

$$u_j - u_{j-1} - \frac{i}{4}\left(S_{ij}\cdot\left[S_x, S_y\right]_{jj} + S_{j,j+1}\cdot\left[S_x, S_y\right]_{j,j+1} + S_{j,j-1}\left[S_x, S_y\right]_{j,j-1}\right) = 0, \tag{9}$$

$$W_{n,t} - \frac{i}{4}\epsilon_2\frac{\left[tr(S_x^2)\right]_{n,t+1} - \left[tr(S_x^2)\right]_{n,t}}{\Delta y} = 0, \tag{10}$$

$$i\frac{W_{n+1,t} - W_{n,t}}{\Delta x} + \omega\left(S_{n,t}W_{n+1,t} - S_{n+1,t}W_{n,t}\right) = 0, \tag{11}$$

мұндағы u, w белгісіз скалярлық функциялар, $\omega = const$, және $S = \sum_{j=1}^{3} S_j(t,x,y)\sigma_j$, $W = \sum_{j=1}^{3} W_j(t,x,y)\sigma_j$ $(j = 1, 2, 3)$ белгісіз матрицалар, $S^2 = W^2 = I$, бұл жерде σ_j Паули матрицалары:

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}. \tag{12}$$

Матрица түрінде S және W келесідей түрде жазылады:

$$S_{j,k} = \begin{pmatrix} S_{3j,k} & iS_{j,k}{}^{-} \\ iS_{j,k}{}^{+} & -S_{3j,k} \end{pmatrix}, \quad W_{j,k} = \begin{pmatrix} W_{3j,k} & iW_{j,k}{}^{-} \\ iW_{j,k}{}^{+} & -W_{3j,k} \end{pmatrix}, \tag{13}$$

мұнда $S^{\pm} = S_1 \pm iS_2$ және $W^{\pm} = W_1 \pm iW_2$.

Жалпы солитондар теориясында дискретті теңдеулерді шешу үшін әртүрлі әдістер қолданылады, соның ішінде бірнеше әдістерді атап өтсек:

Спектрлік тербеліс әдісі – бұл әдіс дискретті теңдеудің шешімін гармоникалық функциялардың суперпозициясы ретінде көрсетуге негізделген. Дискретті теңдеулерді шешуде спектрлік тербеліс әдісін қолдану үшін ең алдымен дискретті теңдеуді шектік айырымдық схемасын қолданып кәдімгі дифференциалдық теңдеулер жүйесі ретінде көрсету қажет. Спектрлік тербелістер әдісін жүзеге асыру үшін Фурье әдістері, тригонометриялық көпмүшелік әдістер, модификацияланған Бессель функцияларының әдістері және т.б. сияқты спектрлік әдістер қолданылады. Бұл әдістер спектрлік кеңею коэффициенттерін есептеуге және жоғары дискретті теңдеудің шешімін аппроксимациялауға мүмкіндік береді.

Шектік айырымдар әдісі – зерттелетін аумақты дискреттеу және айырымдық қатынасы бойынша туындыларды аппроксимациялауға негізделген дербес дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдісі. Бұл әдістің негізгі идеясы тор түйіндеріндегі функция мәндерін пайдаланып функция туындыларын айырымдық өрнектерімен ауыстыру болып табылады. Шектік айырымдар әдісінің кемшіліктерінің бірі дифференциалдық операторларды ақырғы айырымдармен ауыстырғанда пайда болатын аппроксимация қатесі болып табылады. Аппоксимация қатесі тордағы нүктелер санының ұлғаюымен азаяды, бірақ сонымен бірге есептеулер көлемі артады.

Интегралдық әдістер – бұл дискретті теңдеудің оң жағын интегралдау арқылы шешу арқылы табылатын әдіс. Сонымен қатыр бұл әдіс дискретті теңдеуді интегралдау үшін сандық әдістерді қолдануға негізделген. Интегралдау әдісінің артықшылықтары мен қатар кемшіліктері де бар. Әдістің артықшылықтарының бірі оның қарапайымдылығы, бірақ ол басқа әдістерге қарағанда тиімділігі төмен болуы да мүмкін.

Мақалада солитондар теориясында кеңінен қолданылатын бірнеше теңдеу қарастырылып, олардың дискретті түрі жазылған. Сонымен қатар дискретті теңдеулерді шешу әдістерінің бірнеше түрі аталып көрсетілген. Дискретті теңдеулер мен оларды шешу әдістерін зерттеу оптикалық және электронды байланыс жүйелері сияқты жаңа технологияларды дамытудағы маңызды қадам болып табылады, сонымен қатар жаңа материалдар мен құрылғылардың дамуына ықпал етеді. Мұндай есептерді шешу үшін шектік айырымдар, интегралдық және спектрлік тербеліс сияқты әдістер кеңінен қолданылады. Есеп барысында қолданылатын әдісті таңдау нақты есеп пен дискретті теңдеудің ерекшеліктеріне, сондай-ақ есептеулердің дәлдігі мен жылдамдығына байланысты.

Дискретті теңдеулер математика, физика және информатика сияқты іргелі ғылымдарды дамытудың маңызды құралы болып табылады. Олар классикалық дифференциалдық теңдеулермен сипатталмайтын күрделі жүйелерді зерттеуге мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Hietarinta J, Joshi N, Nijhoff F, Discrete Systems and Integrability, Cambridge University Press, Cambridge, 2016.
2. Korteweg, D. J. and de Vries, G.: On the change of form of long waves advancing in a rectangular canal, and on a new type of long stationary waves, Philosophical Magazine 39 (1895)
3. Wen XY, Yan Z. Modulational instability and dynamics of multi-rogue wave solutions for the discrete ablowitz-ladik equation. J Math Phys (2018) 59: 073511. doi:10.1063/1.5048512.
4. Li M, Shui JJ, Xu T. Generation mechanism of rogue waves for the discrete nonlinear schrödinger equation.
5. Ankiewicz A, Akhmediev N, Soto-Crespo JM. Discrete rogue waves of the ablowitz-ladik and hirota equations. Phys Rev E (2010) 82(7):026602. doi:10. 1103/PhysRevE.82.026602
6. Yang J, Zhu ZN. Higher-order rogue wave solutions to a spatial discrete hirota equation. Chin Phys Lett (2018) 35:090201. doi:10.1088/0256-307x/35/ 9/090201
7. Lakshmanan M., Myrzakulov R., Vijayalakshmi S., Danlybaeva A. Motion of curves and surfaces and nonlinear evolution equations in (2+1) dimensions. J. Math. Phys. 39 (1998) 3765–3771
8. Lakshmanan M. “Continuum spin system as an exactly solvable dynamical system.” Phys. Lett. A 61 (1977): pp. 53–54

УДК 517.957, 532.5

ЯДЗИМА-ОЙКАВА-НЬЮЭЛЛ ТЕҢДЕУІ ҮШІН САҚТАЛУ ЗАҢДАРЫ

Құдайбергенов Ғазиз Исабекұлы
gaziz.kudaibergenov.01@bk.ru
Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі-Г.Н.Шайхова

Сақталу заңдары сызықтық емес теңдеулерді зерттеуде маңызды рөл атқарады, әсіресе интегралдылыққа қатысты. Бұл жұмыста Риккати типті теңдеуінен символдық есептеулер мен Лакс жұбтарын қолдана отырып Ядзима-Ойкава-Ньюэлл теңдеуі үшін сақталу заңдарын аламыз.

Ядзима-Ойкава-Ньюэлл теңдеуі

$$iq_t + q_{xx} + \left(i\alpha\upsilon_x + \alpha^2\upsilon^2 - \beta\upsilon - 2\alpha|q|^2\right)q = 0,\ \ \upsilon_t - 2\left(|q|^2\right)_x = 0, \qquad (1)$$