



Prof. Sergey Odintsov
INSTITUTE OF SPACE SCIENCES
Campus UAB, c. Can Magrans s/n, 08193, Barcelona
Phone: +34 664 509 726
odintsov@ice.csic.es

REVIEW

by foreign scientific supervisor of the dissertation of Meruyert Zhassymbayeva on the topic «Research of some integrable generalized nonlinear Schrödinger-type equations and their spin systems», submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 6D060400 – «Physics»

One of the key tasks of modern nonlinear physics is the study of integrable generalized nonlinear Schrödinger equations and the associated spin systems, which form the basis for describing ultrashort optical pulses, the dynamics of quantum media, the evolution of spin waves, and localized structures in multidimensional nonlinear media. Theoretical studies in recent years have shown that such models make it possible to analytically describe a wide range of physical phenomena—from soliton interactions and modulational instability to the formation of localized waves and complex multicomponent dynamical processes.

The work of the candidate M. Zhassymbayeva represents a comprehensive study of integrable Schrödinger systems, their multidimensional and multicomponent generalizations, as well as spin models. Of particular interest is the spin system of the integrable Fokas-Lenells equation, for which new exact solutions have been obtained, including solitons via the Darboux transformation and traveling waves using the angular parametrization of the spin vector. In addition, solutions of the first-type derivative nonlinear Schrödinger equation, also constructed using the Darboux transformation, are examined, which expands the possibilities for describing localized waves in one- and multicomponent systems. These results demonstrate the complex dynamics of localized structures, including one- and multi-soliton configurations, traveling waves, and spin structures in ferromagnetic models. The analysis of other integrable spin systems makes it possible to cover a wide range of physical applications and highlights the deep connections between nonlinear dynamics, geometry, and soliton theory.

Of particular importance are the constructed multicomponent and (2+1)-dimensional generalizations of the Fokas-Lenells equation, for which new Lax pairs have been constructed for the first time, confirming the complete integrability of the models, and exact one- and two-soliton solutions with characteristic complex spatiotemporal dynamics have been obtained. These results are important for the study of nonlinear processes in optical waveguides, plasma, and magnetic systems, where the interaction of several components and frequencies significantly influences wave dynamics.

Furthermore, generalized higher-order nonlinear Schrödinger equations with time-dependent coefficients have been investigated, reflecting the variability of

dispersion, nonlinearity, and higher-order dispersion effects. The constructed breather-type and wave-type solutions demonstrate the possibility of controlling transitions between states, stabilizing or destabilizing localized structures, forming drifting wave packets, and controlling extreme manifestations of nonlinear dynamics, which is of direct importance for pulse management in nonlinear optics.

The work is distinguished by scientific maturity, profound physical interpretation of the obtained solutions, and confident mastery of modern analytical methods of integrable systems, including the Hirota bilinear method, the Darboux transformation, gauge transformations, and Lax structures. The wide range of published works, including articles in high-level international peer-reviewed journals, confirms the high scientific standard of the research.

During our collaboration, I have been convinced that Meruyert Zhassybayeva is a highly competent, goal-oriented, and independent researcher with a clear scientific vision, capable of combining modern theoretical methods with physical applications. Considering the above, I regard her as a strong and promising candidate and confidently recommend her for the final defense in the specialty 6D060400 – «Physics».

Foreign Scientific Supervisor,
Sergey Odintsov
ICREA Research Professor

Sergey Odintsov





MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Institute of
Space Sciences

25th
ANNIVERSARY



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU

Проф. Одинцов Сергей
ҒАРЫШ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ
UAB кампусы, Кан Магранс көшесі, н/с, 08193, Барселона
Тел.: +34 664 509 726
odintsov@ice.csic.es

**6D060400 – «Физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін ұсынылған Меруерт Жасыбаеваның «Кейбір
интегралданатын жалпыланған сызықты емес Шредингер типті тендеулерді
және олардың спиндік жүйелерін зерттеу» тақырыбындағы диссертациясына
шетелдік ғылыми кеңесшінің**

ПІКІРІ

Қазіргі заманғы сызықты емес физиканың басты міндеттерінің бірі — ультракысқа оптикалық импульстерді, кванттық орталардың динамикасын, спиндік толқындардың эволюциясын және көпөлшемді сызықты емес орталардағы локализацияланған құрылымдарды сипаттаудың негізін құрайтын интегралданатын жалпыланған сызықты емес Шредингер тендеулерін және оларға сәйкес спиндік жүйелерді зерттеу болып табылады. Соңғы жылдардағы теориялық зерттеулер мұндай модельдердің солитондық өзара әрекеттесулер мен модуляциялық тұрақсыздықтан бастап, локализацияланған толқындардың түзілуі мен күрделі көпкомпонентті динамикалық процестерге дейінгі кең ауқымды физикалық құбылыстарды аналитикалық түрде сипаттауға мүмкіндік беретінін көрсетті.

М. Жасыбаева жұмысы интегралданатын Шредингер жүйелерін, олардың көпөлшемді және көпкомпонентті жалпылануларын, сондай-ақ спиндік модельдерді жан-жақты зерттеуді ұсынады. Ерекше назар аударарлық жайт — интегралданатын Фокас-Ленэллс тендеуінің спиндік жүйесі, ол үшін Дарбу түрлендіруі арқылы алынған солитондар мен спин векторының бұрыштық параметрленуі негізінде алынған жүгірмелі толқындарды қоса алғанда, жаңа нақты шешімдер табылған. Бұдан бөлек, Дарбу түрлендіруін қолдану арқылы алынған бірінші типтегі туындылы сызықты емес Шредингер тендеуінің шешімдері қарастырылған, бұл бір және көпкомпонентті жүйелердегі локализацияланған толқындарды сипаттау мүмкіндіктерін кеңейтеді. Алынған нәтижелер локализацияланған құрылымдардың күрделі динамикасын, соның ішінде бір және көпсолитонды конфигурацияларды, жүгірмелі толқындар мен ферромагниттік модельдердегі спиндік құрылымдарды көрсетеді. Басқа интегралданатын спиндік жүйелерді талдау физикалық қолданбалардың кең ауқымын қамтуға және сызықты емес динамика, геометрия мен солитондар теориясы арасындағы терең байланыстарды айқындауға мүмкіндік береді.

Ерекше маңызға ие болғаны — Фокас-Ленэллс тендеуінің көпкомпонентті және $(2+1)$ -өлшемді жалпыланулары, олардың толық интегралданатынын растайтын жаңа Лакс жұптары алғаш рет алынған, сондай-ақ кеңістіктік-уақыттық күрделі динамикасы бар нақты бір және екі солитонды шешімдер табылған. Бұл нәтижелер

бірнеше компоненттер мен жиіліктердің өзара әрекеттесуі толқын динамикасын, айтарлықтай әсер ететін оптикалық толқын өткізгіштерде, плазмада және магнитті жүйелерде жүретін сызықты емес процестерді зерттеу үшін маңызды болып табылады.

Сонымен қатар, уақытқа тәуелді коэффициенттері бар жоғары ретті жалпыланған сызықты емес Шредингер теңдеулері зерттелген, олар дисперсияның, бейсызықтықтың және жоғары ретті дисперсиялық әсерлердің өзгергіштігін сипаттайды. Табылған бризер типті және толқындық типтегі шешімдер күйлер арасындағы ауысуларды басқару, локализацияланған құрылымдарды тұрақтандыру немесе тұрақсыздандыру, дрейфтік толқындық дестелерді қалыптастыру және сызықты емес динамиканың шектен тыс көріністерін басқару мүмкіндігін көрсетеді, бұл сызықты емес оптикадағы импульстерді басқару үшін тікелей маңызға ие.

Бұл жұмыс ғылыми жетілуімен, алынған шешімдердің терең физикалық түсіндірмесімен және интегралданатын жүйелерді зерттеудің қазіргі заманғы аналитикалық әдістерін — Хирота бисызықты әдісін, Дарбу түрлендіруін, калибровті түрлендірулерін және Лакс құрылымдарын — сенімді меңгеруімен ерекшеленеді. Халықаралық беделді рецензияланатын журналдарда жарияланған мақалаларды қамтитын кең ауқымды еңбектер бұл зерттеудің жоғары ғылыми деңгейін дәлелдейді.

Біздің бірлескен жұмысымыз барысында мен Меруерт Жасыбаева қазіргі заманғы теориялық әдістерді физикалық қолданбалармен үйлестіре алатын, жоғары білікті, мақсаткер және дербес зерттеуші екеніне көз жеткіздім. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, мен оны 6D060400 – «Физика» мамандығы бойынша PhD диссертациясын қорғауға сенімді түрде ұсынуға лайықты, мықты және болашағы зор кандидат деп есептеймін.

Шетелдік ғылыми кеңесші,

Одинцов Сергей

Зерттеулер мен озық технологиялар жөніндегі

Каталон институты ғылыми зерттеу профессоры

/қолы қойылған/

[Мөр: «Ғарыш ғылымдары институты / Испанияның ұлттық ғылыми зерттеу кеңесі (CSIC)»]

ҒАРЫШ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ

UAB кампусы, Кан Магранс көшесі, н/с, 08193, Барселона

odintsov@ice.csic.es

Настоящий документ был переведен
компетентным переводчиком.

ТОО «Центр Переводов Казахстана»

г. Астана, пр. Кабанбай Батыра 8/1, Бизнес-центр Каскад,

7 этаж, офис 72/2-2

тел.: +7 (702) 449 25 57, +7 (747) 382 49 56

e-mail: to@cpq.kz, website: www.cpq.kz

BOTRU-8031/2025

Перевод текста данного документа с английского языка на казахский язык на выполнен переводчиком Мусабековой Акнұр Сәбитқызы, ИИН 030526601191.

Шестое января две тысяча двадцать шестого года, я частный нотариус города Астана, Серикбаева Джанар Сакеновна, действующий на основании лицензии №19009850 от 29.04.2019 г., выданной Министерством юстиции Республики Казахстан, свидетельствую подлинность подписи переводчика Мусабековой Акнұр Сәбитқызы. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.



Зарегистрировано в реестре за № 14
Взыскано: согласно ст. 30-1 Закона Республики
Казахстан «О нотариате» и ст. 611
Кодекса Республики Казахстан

Нотариус



