

*Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова
Національної Академії Наук України*

На правах рукопису

*Костюк
Андрій Петрович*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КВАНТОВИХ
ЕФЕКТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ
БАРІОНОПОДІБНИХ СОЛІТОНІВ
НЕЛІНІЙНОЇ СИГМА-МОДЕЛІ**

01.04.02 — Теоретична фізика

Автореферат дисертації
на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ—1995



00759761 (Z)

Дисертацією є рукопис.

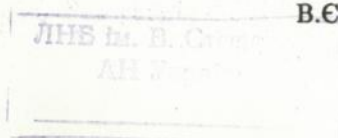
- Робота виконана *в Інституті теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова
Національної Академії Наук України*
- Науковий керівник: *доктор фіз.-мат. наук
Кобушкін Олександр Петрович*
- Офіційні опоненти: *доктор фіз.-мат. наук, професор
Скалозуб Володимир Васильович
доктор фіз.-мат. наук
Ситенко Юрій Олексійович*
- Провідна організація: *Кафедра квантової теорії поля
фізичного факультету Київського
університету ім. Тараса Шевченка*

Захист відбудеться „11“ квітня 1996 р. о(б) 14⁰⁰
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.76.01 при Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Національної Академії Наук України (252143, м. Київ-143, вул. Метрологічна, 14-6).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України.

Автореферат розіслано „7“ березня 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
доктор фіз.-мат. наук



В.Є. КУЗЬМИЧЕВ

Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. Опис динаміки адронів при низьких енергіях на основі фундаментальної теорії сильних взаємодій — квантової хромодинаміки (КХД) є однією з найскладніших проблем сучасної фізики. Труднощі пов'язані перш за все з неможливістю застосування пертурбативних методів, які на сьогодні є основними методами в квантовій теорії взаємодіючих полів. Справа в тім, що в області низьких енергій у лагранжіані КХД відсутній малий параметр, який можна було б використати як параметр розвинення у теорії збурень. Ось чому у цій галузі фізики елементарних частинок поряд з фундаментальною теорією зберігають своє значення і актуальність різноманітні ефективні моделі.

Метод ефективних кіральних лагранжіанів (ЕКЛ) був запропонований ще до появи КХД як узагальнення результатів алгебри струмів і відіграв значну роль у розумінні динаміки сильних взаємодій при низьких енергіях. Після створення КХД цей метод отримав підтвердження з перших принципів. Перший крок було зроблено Г. 'т Хофтом, який запропонував, замінивши калібрувальну групу КХД $SU(3)_c$ на $U(N_c)$ (N_c — кількість кольорів), використати як параметр розвинення величину $1/N_c$. Було встановлено, що при великих N_c така модель стає еквівалентною теорії мезонів та глюболів з ефективною взаємодією порядку $1/N_c$. Наступний крок було зроблено Е. Віттенном. Він розвинув модель, ввівши до неї баріони, й показав, що їхня маса пропорційна N_c . Тобто у рамках ефективної мезонної теорії баріони виступають як об'єкти, маса яких обернено пропорційна ефективній константі взаємодії і прямує до нескінченності у наближенні незваємодіючих полів. Це дозволяє зробити висновок про їхню суттєво непертурбативну природу і провести аналогію з об'єктами типу монополя 'т Хофта-Полякова — солітонними розв'язками неабелевої калібрувальної теорії поля, маса яких подібним

чином залежить від константи взаємодії.

Той факт, що КХД у $1/N_c$ розвиненні зводиться до ефективної мезонної теорії, що допускає солітонні розв'язки, які можна ототожнити з баріонами, дозволяє розглядати цей клас теорій як перспективний напрямок для перевірки КХД у непертурбативному режимі.

Однією з найпростіших мезонних теорій, що допускає топологічно нетривіальні солітонні розв'язки, є $SU(2) \times SU(2)$ нелінійна сигма-модель (НСМ) та її різноманітні модифікації. У ній фундаментальними є піонні поля, а топологічно нетривіальні солітонні розв'язки інтерпретуються як найлегші (недивні) баріони. Унікальність цієї моделі (а також її розширення до $SU(3) \times SU(3)$ НСМ, яка бере до уваги дивні адрони) з-поміж інших відомих на сьогодні нелінійних польових теорій полягає у тому, що її солітонні розв'язки можуть бути ототоженені з реальними, експериментально спостережуваними частинками.

Солітонні розв'язки НСМ мають цілу низку цікавих властивостей. По-перше, вони характеризуються числом, яке точно зберігається, — топологічним зарядом, котрий можна ототожнити з баріонним зарядом. По-друге, при квантуванні ці розв'язки можуть набувати не лише цілих, а й напівцілих значень кутового моменту. В останньому випадку вони поведуть себе як ферміони і у певному наближенні описуються рівнянням Дірака. Такі властивості солітонів нелінійної σ -моделі дозволяють ототожнити їх з баріонами. Отже, хоча у лагранжіані нелінійної σ -моделі присутні лише мезонні поля (бозони), вона здатна також описати й баріонний (ферміонний) сектор низькоенергетичної фізики адронів.

Незважаючи на значний інтерес до НСМ, що не затухає протягом останніх десяти-п'ятнадцяти років, поки що не знайшла свого остаточного розв'язання проблема квантування її солітонних розв'язків.

Очікується, що послідовне урахування квантових ефектів дозволить подолати ряд труднощів, з якими зустрічається НСМ. Це, перш за все,

проблема стабілізації її солітонних розв'язків. Запропонований Скірмом метод стабілізації шляхом додання до початкового лагранжіана моделі члена четвертого порядку по похідних, так званого скірівського члена, дозволив при належному виборі параметрів описати цілу низку результатів низькоенергетичної фізики адронів. Однак цей метод не знайшов підтвердження з перших принципів. Реалістичний ЕКЛ, отриманий з лагранжіана КХД методом кіральної бозонізації, містить поряд зі скірівським членом інші члени того ж порядку по похідних, які компенсують його стабілізуючий вплив. У зв'язку з цим актуальним є пошук альтернативних, зокрема квантових, механізмів стабілізації баріоноподібних солітонів.

Іншою важливою проблемою, що не знаходить розв'язання у рамках класичних та напівкласичних підходів, є проблема узгодженості асимптотичної поведінки польових функцій скіріміона, який обертається, з законом Юкави. З нею тісно пов'язане питання про відцентрові деформації скіріміона.

Метою роботи є вивчення впливу квантових ефектів на властивості солітонних розв'язків нелінійної сигма-моделі та моделі Скірма. А саме:

- Дослідження характеру відцентрових деформацій скіріміона у найнижчих спин-ізоспінових квантових станах.
- Вивчення ролі квантовопольових ступенів вільності у формуванні коректної поведінки польових функцій на периферії скіріміона з ненульовим спіном та ізоспіном.
- З'ясування умов існування стаціонарних солітонних розв'язків нелінійної сигма-моделі без скірівського члена, стійкість яких забезпечується урахуванням квантових ефектів. Вивчення статичних властивостей цих розв'язків.

- Дослідження впливу непертурбативного квантування дихальної моди скірміона на поведінку його кірального кута.

Наукова новизна і цінність роботи. *Вперше* точними чисельними методами одержано динамічно стійкі солітонні розв'язки нелінійної σ -моделі без скірмівського члена, стійкість яких забезпечується квантовими ефектами, пов'язаними з глобальними радіальними пульсаціями іжакоподібної польової конфігурації. Встановлено, що існування таких розв'язків можливе лише за умови, що кіральна симетрія НСМ порушена. *Вперше* обчислені статичні властивості квантових солітонів нелінійної σ -моделі з порушеною кіральною симетрією.

Вперше показано, що непертурбативне квантування однорідних глобальних пульсацій іжакоподібних солітонів моделі Скірма дає розв'язки, які суттєво відрізняються від класичних статичних розв'язків цієї моделі.

Вперше аналітичними методами доведено, що у станах $s = t = \frac{1}{2}$ та $s = t = \frac{3}{2}$ (s та t відповідно спіни та ізоспіни скірміона) відцентрові ефекти мають ізотропний характер і впливають лише на поведінку кірального кута скірміона.

Запропоновано *новий* підхід до побудови наближених стаціонарних солітонних розв'язків моделі Скірма з ненульовими значеннями спіну та ізоспіну, котрий забезпечує узгодженість асимптотичної поведінки поля солітона із законом Юкави і гладкість переходу до кірального наближення.

Апробація роботи та публікації. Матеріали, на яких ґрунтується оригінальна частина дисертації, були опубліковані в журналі „Ядерная физика“, збірниках праць міжнародних конференцій та у вигляді препринтів, доповідались на Міжнародній школі-семінарі „Адрони і ядра з КХД“ (1993 р.), на Міжнародній конференції „Фізика в Україні“

(1992 р.) та на Всеукраїнській конференції молодих вчених (1993 р.).

Об'єм роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти глав, заключної частини, додатків та списку літератури. Об'єм дисертації — 116 сторінок машинописного тексту та 2 таблиці. Список літератури містить 128 найменувань.

Зміст роботи.

У вступі обгрунтована актуальність теми дисертації, сформульована мета роботи і коротко викладено зміст дисертації.

Перша глава має оглядовий характер. У ній наведені основні результати досліджень низки авторів, пов'язані з НСМ, на які суттєво спирається дисертація, окреслені основні проблеми, розв'язанню яких присвячена оригінальна частина роботи. Зокрема, коротко викладена концепція кіральних перетворень і кіральної симетрії та сформульована нелінійна σ -модель. Зроблено наголос на топологічних особливостях НСМ, наводиться приклад найпростішої польової конфігурації з ненульовим топологічним зарядом — їжачковий анзац.

Зазначається, що згідно з теоремою Деріка нелінійна σ -модель не має топологічно нетривіальних статичних солітонних розв'язків. Тому значна увага приділена скірмівському механізму стабілізації солітонів НСМ, що полягає в доданні до її лагранжіана члена четвертого степеня по похідних. Розглянута модель Скірма з порушеною кіральною симетрією та її солітонні розв'язки — скірміони. Викладено суть напівкласичного підходу до квантування обертальних мод солітона, наводяться чисельні результати для статичних властивостей скірміонів, отримані Г. Адкінсом, С. Наппі та Ф. Віттенсом у рамках адіабатичного наближення, що описують відповідні експериментальні дані для нуклона та Δ -ізобари з точністю до 30%. Разом з тим вказано на недоліки

адіабатичного наближення, яке не враховує відцентрових ефектів, а також на проблему, що стає очевидною при спробі вийти за межі цього наближення у рамках напівкласичного підходу — неузгодженість асимптотичної поведінки польових функцій з законом Юкави та нестосовність напівкласичного підходу в кіральному наближенні. Крім того зазначається, що скіrmівський механізм стабілізації солітів НСМ не знайшов підтвердження з перших принципів, а тому актуальним є пошук альтернативних механізмів стабілізації. Розв'язанню згаданих проблем присвячені наступні глави.

У другій главі у рамках напівкласичного підходу проведено дослідження впливу відцентрових ефектів на форму скіrmіона, що обертається. У літературі можна зустріти дві різні точки зору на цю проблему. Згідно з однією з них, заснованою на класичних аналогіях і квазікласичному аналізі, відцентрові ефекти дещо спотворюють сферично симетричну форму скіrmіона, перетворюючи його на аксіально симетричне тіло близьке за формою до сплюсненого еліпсоїда.

Інша точка зору базується на чисельному варіаційному аналізі власних значень оператора Гамільтона, котрі відповідають найнижчим спінізоспіновим станам. Результати цього підходу є дещо парадоксальними з точки зору класичної інтуїції: за умови, що спіні дорівнює ізоспіну і становить $\frac{1}{2}$ або $\frac{3}{2}$ у найнижчому енергетичному стані (нуклон та Δ -ізобара, відповідно), відцентрові ефекти мають сферично симетричний характер, тобто не спотворюють сферично симетричної форми скіrmіона, а впливають лише на поведінку його кірального кута.

Справедливість тієї чи тієї точки зору може мати вплив не лише на тонкі кількісні ефекти, а й приводити до суттєво різних якісних результатів. Наприклад, аналіз, з якого випливає несумісність кірального наближення й напівкласичного підходу до квантування обертальних мод скіrmіона (Див. вище), з самого початку ґрунтується на припущенні

про сферичну симетрію відцентрових деформацій.

Незважаючи на, здавалося б, „очевидність“ аргументів, на яких базується перша точка зору, їх не можна вважати задовільними. Досвід квантової механіки свідчить, що механічне поширення класичних уявлень на квантові об'єкти часто призводить до помилкових результатів. З іншого боку, результати чисельного варіаційного аналізу не дозволяють впевнено зробити вибір на користь другої точки зору, оскільки при такому дослідженні до уваги беруться лише польові конфігурації спеціального вигляду (пробні функції). Стаціонарність повної енергії на множині пробних функцій ще не означає її стаціонарності на множині польових конфігурацій загального вигляду. Остаточну відповідь може дати перевірка результатів варіаційних розрахунків точними аналітичними методами.

З цієї метою було побудовано гамільтоніан, який описує здеформований скіріміон, що жорстко обертається як в ізотопічному так і у фізичному просторах й отримано енергетичний спектр системи у квантових станах зі значеннями спіну s та ізоспіну t , що характеризують нуклон ($s = t = \frac{1}{2}$) та Δ -ізобару ($s = t = \frac{3}{2}$). Встановлено, що у спектрі гамільтоніана існують власні значення, які залишаються скінченними при переході до сферично симетричної польової конфігурації, саме вони описують нуклон та Δ -ізобару. Аналітичними методами показано, що сферично симетрична польова конфігурація є точним розв'язком варіаційних рівнянь, які отримуються з умови стаціонарності цих власних значень. При цьому поведінка кірального кута скіріміона, що обертається, відрізняється від поведінки кірального кута статичного скіріміона. Отже, у зазначених квантових станах відцентрові ефекти мають ізотропний характер.

У третій главі запропоновано новий підхід до побудови стаціонарних солітонних розв'язків моделі Скірма з ненульовими значеннями

(ізо)спіну. Він, на відміну від адіабатичного наближення, враховує відцентрові ефекти, однак дозволяє уникнути проблем, які, як відзначалося раніше, виникають у напівкласичному підході. Причиною цих проблем є незастосовність напівкласичного підходу у випадку малої маси піона і, як наслідок, його несумісність з кіральним наближенням.

Дійсно, напівкласичний підхід можна застосовувати у тому випадку, коли ймовірність збудження „заморожених“ ступенів вільності мала. У даному випадку мінімальна енергія, необхідна для збудження коливальних ступенів вільності, визначається масою піона m_π , тоді як кінетична енергія обертання у стані з моментом імпульсу j дорівнює $\frac{j(j+1)}{2\Lambda}$ (Λ — момент інерції скіріміона). Тому критерій застосовності адіабатичного наближення має вигляд:

$$m_\pi \gg \frac{j(j+1)}{2\Lambda}.$$

Зрозуміло, що ця нерівність не може бути виконана в кіральному наближенні, та й у випадку маси піона, яка дорівнює її експериментальному значенню, обидві частини нерівності, як показують розрахунки, є величинами одного порядку.

Очевидним розв'язанням цієї проблеми був би розгляд на квантовому рівні всіх мод: як нульових так і ненульових. Однак практичне розв'язання такої задачі відомими на сьогодні методами неможливе. Тому у цій главі пропонується врахувати лише ті ненульові моди, для збудження яких потрібна енергія менша або одного порядку з кінетичною енергією обертання. Суть підходу полягає у „розморожуванні“ польових ступенів вільності на периферії скіріміона, тоді як його серцевина, — окіл центра у межах сфери радіусом r_0 (r_0 — параметр моделі) — розглядається у вигляді конфігурації, що жорстко обертається. Точність такого наближення залежить від того, наскільки малою є ймовірність народження квантів з довжиною хвилі $\lambda \leq r_0$, тобто його можна

застосовувати, якщо виконується умова

$$\sqrt{m_{\pi}^2 + \left(\frac{2\pi}{r_0}\right)^2} \gg \frac{j(j+1)}{2\Lambda}$$

(у лівій частині нерівності стоїть енергія кванта з довжиною хвилі $\lambda = r_0$). Ясно, що ця умова є менш жорсткою ніж попередня і при досить малому r_0 може бути виконана навіть у кіральному наближенні.

Динаміка моделі описується гамільтоніаном, який у нульовому наближенні являє собою суму гамільтоніанів вільної кульової дзиги та вільного піонного поля, тоді як вищі порядки теорії збурень враховують взаємодію цих квантових систем. (Як параметр розвинення використовується значення кірального кута у точці зшиву r_0). У першому порядку теорії збурень отримано вектор стану, який описує нуклон. Це дозволило дослідити у рамках даної моделі асимптотичну поведінку піонних полів на периферії скірміона. Встановлено що, на відміну від напівкласичного наближення, урахування квантовопольових ступенів вільності забезпечує узгодженість асимптотичної поведінки піонного поля з законом Юкави. Отримано формулу для енергії нуклоноподібного солітона у другому порядку теорії збурень. Характерно, що ця енергія залишається скінченною у кіральному наближенні. Тобто даний підхід може бути застосований і в кіральному наближенні.

У четвертій главі роз'язана нелінійна спектральна інтегродиференціальна задача, котра описує іжакоподібний солітон нелінійної σ -моделі без скірмівського члена, який глобально пульсує і жорстко обертається. Ця задача виникає у квантовому підході до стабілізації солітонів цієї моделі, запропонованому М.М. Чепілком, К. Фудзії, О.П. Кобушкіним та незалежно від них П. Джейном, Дж. Шехтером, Р. Соркіним.

Як вже зазначалося, нелінійна σ -модель без скірмівського члена не

має топологічно нетривіальних статичних солітонних розв'язків. Однак у роботах згаданих авторів було висловлене припущення, що квантовомеханічний розгляд глобальних пульсацій їжакоподібної польової конфігурації в нелінійній σ -моделі без скірмівського члена приводить до стабільних стаціонарних солітонних розв'язків. Ці розв'язки зникають у класичному наближенні ($\hbar \rightarrow 0$) і у цьому сенсі називаються „квантовими солітонами“.

Інтегро-диференціальна задача, якій присвячена глава, складається з двох диференціальних рівнянь: рівняння Шредінгера, яке описує динаміку колективних координат, пов'язаних із пульсаціями та обертаням, а також рівняння для кірального кута, доповненого крайовими умовами, що визначають топологічний заряд скірміона. Обидва рівняння зв'язані між собою інтегральними співвідношеннями для їхніх коефіцієнтів. Аналіз крайової задачі для кірального кута показує, що вона має розв'язки лише у моделі з порушеною кіральною симетрією. Для розв'язання задачі застосовувались точні чисельні методи. На основі інформації про поведінку кірального кута було побудовано спектр рівняння Шредінгера. Квантові солітони у трьох найнижчих пульсаційних станах з ізотопічним спіном $\frac{1}{2}$ і $\frac{3}{2}$ розглядалися як моделі частинок $N(940)$, $N(1440)$, $N(1710)$, $\Delta(1232)$, $\Delta(1600)$ і $\Delta(1920)$, відповідно. Це дозволило обчислити деякі співвідношення між статичними властивостями найлегших баріонів. Результати обчислень і відповідні експериментальні значення наведені в таблиці 1.

П'ята глава присвячена перевірці обґрунтованості пертурбативного підходу до квантування дихальної моди скірміона.

У той час як відцентрові ефекти помітно змінюють поведінку кірального кута скірміона, який обертається, дихальна мода цілою низкою авторів вивчалась у припущенні, що її вплив на кіральний кут є достатньо малим і його можна врахувати пертурбативними методами,

Таблиця 1:

Співвідношення між деякими статичними властивостями солітонів та відповідні експериментальні значення.

	Модель	Експеримент
$E_{0\frac{1}{2}}(r^2)_{0\frac{1}{2}}^{1/2}$	3.82	3.38
$\frac{E_{1\frac{1}{2}}}{E_{0\frac{1}{2}}}$	1.83	1.53
$\frac{E_{2\frac{1}{2}}}{E_{0\frac{1}{2}}}$	2.66	1.82
$\frac{E_{0\frac{3}{2}}}{E_{0\frac{1}{2}}}$	1.43	1.31
$\frac{E_{1\frac{3}{2}}}{E_{0\frac{1}{2}}}$	2.26	1.70
$\frac{E_{2\frac{3}{2}}}{E_{0\frac{1}{2}}}$	3.09	2.04

взявши за нульове наближення статичний розв'язок. Для перевірки цього припущення було виконано непертурбативне квантування пульсацій їжакоподібного солітонного розв'язку моделі Скірма та вивчено їхній вплив на поведінку кірального кута.

Аналіз крайової диференціальної задачі, яка описує поведінку кірального кута пульсуючого скірміона, показує, що вона не має розв'язків у кіральному наближенні. Коли ж кіральна симетрія порушена, існування розв'язків можливе, однак їхня асимптотична поведінка помітно відрізняється від юкавівської поведінки статичних розв'язків, що сильно впливає на властивості розв'язку. Зокрема, повільне асимптотичне спадання кірального кута на нескінченності приводить до розбіжності деяких функціоналів, від яких суттєво залежить динаміка колективних координат. Отже, непертурбативне квантування однорідних глобальних пульсацій скірміона дає розв'язки, які різко відрізняються від статичних. У цьому випадку використання пертурбативного підходу є проблематичним.

У заключній главі викладено Основні результати роботи, які виносяться на захист.

Додатки містять допоміжну інформацію: опис схеми чисельних розрахунків та зведення необхідних формул.

Основні результати роботи, що виносяться на захист

1. Точними чисельними методами одержано динамічно стійкі солітонні розв'язки нелінійної σ -моделі без скірмівського члена, стійкість яких забезпечується квантовими ефектами, пов'язаними з глобальними радіальними пульсаціями їжакоподібної польової

конфігурації. Встановлено, що існування таких розв'язків можливе лише за умови, що кіральна симетрія нелінійної σ -моделі порушена.

2. Обчислені статичні властивості квантових солітонів нелінійної σ -моделі з порушеною кіральною симетрією. Співвідношення між масою і середньоквадратичним радіусом квантового солітона в основному пульсаційному стані з ізотопічним спіном $\frac{1}{2}$, а також масою солітона з ізоспином $\frac{3}{2}$ виявились близькими (з точністю 10-15%) до відповідних співвідношень для нуклона і Δ -ізобари.
3. Доведено, що непертурбативне квантування однорідних глобальних пульсацій їжакоподібних солітонів моделі Скірма дає розв'язки, які суттєво відрізняються від класичних статичних розв'язків цієї моделі. Зроблено висновок про некоректність напівкласичного пертурбативного підходу до квантування дихальної моди скіріміонів.
4. З'ясований вплив відцентрових ефектів на форму скірмівського солітона, який обертається. Аналітичними методами було показано, що у станах $s = t = \frac{1}{2}$ та $s = t = \frac{3}{2}$ (s та t відповідно спін та ізоспін скіріміона) відцентрові ефекти мають ізотропний характер і впливають лише на поведінку кірального кута солітона, не змінюючи його їжакоподібної сферично симетричної структури.
5. Запропоновано новий підхід до побудови наближених стаціонарних солітонних розв'язків моделі Скірма з ненульовими значеннями (ізо)спіну. Окіл центру скіріміона розглядається у вигляді польової конфігурації, яка жорстко обертається і квантується в термінах колективних координат, тоді як на периферії з допомогою теорії збурень враховуються квантовопольові ступені вільності.

Показано, що такий підхід забезпечує узгодженість асимптотичної поведінки поля солітона із законом Юкави і гладкість переходу до кірального наближення.

Матеріали дисертації опубліковано в таких роботах:

1. *Костюк А.П., Кобушкин А.П., Чепилко Н.М., Оказаки Т.* Квантовые солитоны нелинейной сигма-модели с нарушенной киральной симметрией. — ЯФ, 1995, т. 58, сс. 1482–1487.
2. *Костюк А.П., Кобушкин А.П., Чепилко Н.М., Оказаки Т.* О корректности пертурбативного квантования дыхательной моды в модели Скирма. — ЯФ, 1995, т. 58, сс. 1488–1491.
3. *Костюк А.П.* Учет квантовопольевых степеней свободы на периферии вращающегося скирмиона. — ЯФ, 1996, т. 59, сс. 565–576.
4. *Kostyuk A., Kobushkin A., Chepilko N., Okazaki T.* On validity of perturbative quantization of the breathing mode in the Skyrme model. Preprint ITP-93-64E, Kiev, 1993, 8 p.
5. *Kostyuk A., Kobushkin A., Chepilko N., Okazaki T.* The globally breathing and rigidly rotating quantum solitons of the nonlinear sigma-model with broken chiral symmetry. — Proceedings of International School-Seminar '93 Hadrons and nuclei from QCD, pp. 380–383.
6. *Kostyuk A., Kobushkin A., Chepilko N.* The quantum solitons of the nonlinear sigma-model with broken chiral symmetry. — Physics in Ukraine. Proceedings contributed papers, Kiev, 1992, pp. 53–56.

7. Костюк А.П., Кобушкін О.П., Чепілко М.М., Оказакі Т. Щодо обґрунтованості пертурбативного квантування дихальної моди в моделі Скірма. — Матеріали всеукраїнської конференції молодих вчених (фізика), Київ, 1993, стор. 101-108.

ЛНБ ім. В. Степанів
АН УРСР

Kostyuk A.P. A study of influence of quantum effects on properties of baryon-like solitons of the nonlinear sigma model.

The thesis for degree of candidate of physical and mathematical sciences on speciality 01.04.02 — theoretical physics, Institute for Theoretical Physics NAS of Ukraine, Kiev, 1995.

Seven scientific works are defended, which contain a theoretical study of quantum effects in properties of soliton solutions of the nonlinear sigma-model. It is shown that dynamically stable solitons, which are stabilized by quantum effects connected with global radial vibrations, exist in the nonlinear sigma model with broken chiral symmetry. Such solutions (called „quantum solitons“) can be considered as models of lightest baryons.

Костюк А.П. Исследование влияния квантовых эффектов на свойства барионоподобных солитонов нелинейной сигма-модели.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, Институт теоретической физики НАН Украины, Киев, 1995.

Защищается 7 научных работ, которые содержат теоретическое исследование квантовых эффектов в свойствах солитонных решений нелинейной сигма-модели. Показано, что в нелинейной сигма модели с нарушенной киральной симметрией существуют динамически устойчивые солитоны, стабилизация которых обеспечивается квантовыми эффектами, связанными с глобальными радиальными пульсациями. Такие решения (именуемые „квантовыми солитонами“) можна рассматривать в качестве моделей легчайших барионов.

Ключові слова:

солітон, нелінійна сигма-модель, модель Скірма.

Костюк Андрій Петрович

Дослідження впливу квантових ефектів на властивості баріонподібних солітонів нелінійної сигма-моделі. (Автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук.)

Зам.- 125	Формат 60 × 90/16	Обл.-вид.арк.- 0.8
Підписано до друку 06.12.95	р.	Тираж 100 прим.

Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України.

444768

AB 34.236