

УЖГОРОДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

УДК 539.12

САБО Тімеа Арпадівна

ФІЗИЧНІ НАСЛІДКИ ІЗ КІРАЛЬНИХ-КАЛІБРОВЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Спеціальність 01.04.02 – теоретична фізика

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

У ж г о р о д – 1994

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі теоретичної фізики
фізичного факультету Ужгородського державного університету.

Науковий керівник - доктор фізико-математичних наук,
професор САБОВ В.І.

Офіційні опоненти: - доктор фізико-математичних наук,
професор ЄНКОВСЬКИЙ Л.Л.

кандидат фізико-математичних наук,
доцент КАЧУРИК І.І.

Провідна установа - Інститут електронної фізики
АН України (м.Ужгород)

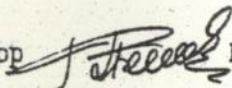
Захист відбудеться "21" квітня 1994 р. в 14⁰⁰ на
засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.07.02 по
фізико-математичним наукам в Ужгородському державному
університеті (ауд. №181).

З дисертації можна ознайомитись у науковій бібліотеці
Ужгородського державного університету.

Автореферат розісланий "19" березня 1994 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

доктор фізико-математичних наук, професор  БЛИЖКАН Д.І.

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00801806 (N)

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. За останні роки центральне місце у розвитку квантової теорії зайняли неабелеві калібровочні поля Янга-Мілса. На її основі побудована перенормована єдина модель слабких та електромагнітних взаємодій Вайнберга-Салама. Ї всі осно-ви вважати, що кварки взаємодіють між собою шляхом обміну "кольоровими" бозонами-глюонами і що відповідна теорія - квантова хромодинаміка /КХД/ - описує сильні взаємодії адронів. КХД досить добре погоджується з експериментами в області великих енергій /малих віддалях/. При великих віддалях / $\tau \gg 1$ Фм/ зараз немає надійних методів розрахунків. Однак з розвитком КХД появилася можливість одержати в рамках цієї фундаментальної теорії динаміку взаємодій гадронів при низьких енергіях. Показано, що в низькоенергетичній границі КХД приводить до нелінійних киральних лагранжіанів.

В сучасній низькоенергетичній киральній теорії нелінійні лагранжіани розглядаються як найбільш вдалий підхід для опису мезонних процесів в термінах непертурбативної КХД. Безумовно, актуальність проблеми визначається необхідністю побудови простого апарату, який би дозволив систематизувати велику кількість експериментальних даних в низькоенергетичних взаємодіях елементарних часток. Розв'язання вказаної проблеми в області низьких енергій здійснюється з допомогою побудови низькоенергетичного лагранжіану як граничного переходу від КХД. Визначення характеристик ефективного лагранжіану /ЕЛ/, як і його симетрія /точних та порушених/ є важливою задачею сучасної фізики елементарних часток.

Історично ЕЛ виник як подальший розвиток алгебри струмів для $SU_2 \times SU_2$ та $SU_3 \times SU_3$ киральних груп симетрії. Використання в методі ЕЛ нелінійних реалізацій киральних груп симетрії дає

можливість дати просту та наглядну інтерпретацію псевдоскалярних мезонів як голдстонівських збуджень, які виникають при спонтанному порушенні кіральної симетрії. Використання нелінійних реалізацій дало можливість поряд з чисто феноменологічними методами приміняти метод теорії груп, диференціальної геометрії та топології.

Безумовно актуальним є встановлення дальших зв'язків між КХД та методом ЕЛ та обґрунтування метода ЕЛ на основі граничного переходу в КХД в область низьких енергій. При певних допущеннях вдається одержати не тільки старий лагранжіан Швінгера-Вайнберга [1, 2] та кіральні аномалії Весса-Зуміно-Віттена [3, 4], но і одержати нові внески в ефективну взаємодію мезонів при використанні інстантонів. Фізичний зміст всіх внесків ще повністю не в'яснений. Для фізичної перевірки низькоенергетичної КХД необхідні нові і більш точні експериментальні дані по низькоенергетичним мезонним процесам. Баріони в даній моделі виникають як збудження солітонів. Це є нова точка зору і дуже важлива в низькоенергетичній фізиці, тобто там де не дуже важлива структура об'єкту /наприклад, в ядрі, де нуклони виступають більш менш як ціле.

Мета роботи: полягає в побудові нелінійних порушених кірально-калібровочних динамік, симетрія яких аналогічна симетрії КХД з врахуванням індукованого інстантонами ефективною детермінантною взаємодією і на її основі систематизувати велику кількість теоретичних передбачень у відношенні фізики елементарних часток.

Наукова новизна найбільш важливих результатів, одержаних в дисертації:

Побудовані низькоенергетичний ефективний лагранжіан /ЕЛ/

як граничний перехід від КХД, но виражений через спостережувані поля. Запропонований та розроблений механізм порушення кірально-калібровочних симетрія. Проведена бозонізація кварків з допомогою заміни кваркових струмів на відповідні мезонні струми з одними і тими ж квантовими числами. При цьому мезонні струми знаходяться з порушеного ЕЛ, які враховують не тільки аксіальну аномалію, но і інстантонну детермінантну взаємодія. На основі цього рішення $U(1)$ -проблема, пояснено правило $\Delta T = 1/2$ та "спіновий кризис". Зперше розраховані ширини рідкісних розпадів мезонів та баріонів, які дають можливість якісно та кількісно перевірити теоретичні наслідки із теорії низькоенергетичних сильних взаємодія - квантової хромодинаміки.

Наукова та практична цінність роботи.

Результати дисертації можуть бути використані для експериментальної перевірки основних принципів порушеної кірально-калібровочної симетрії, а також для одержання таких гадронних характеристик, як фактори, статичні характеристики нуклонів, асиметрів в реакціях $e^+ e^- \rightarrow f^+ + f^-$, ширини розпадів гадронів, порушення парності в атомній фізиці, для вивчення ролі векторних та аксіально-векторних мезонів в теорії елементарних часток.

Одержаний ефективний лагранжіан може бути використаний для розрахунків всіх гадронних та гіперонних розпадів, а також для теоретичного пояснення атомної спектроскопії та надпровідності.

Основні положення, що виносяться автором на захист:

1. Побудовані порушення ЕЛ, симетрія якого аналогічна симетрії КХД.
2. Одержані теоретичні передбачення у відношенні розпадів каонів, які поряд з перевіркою КХД-теорії дають можливість дослідити

ти феноменологічну структуру ЕШ. Показано, що розпад $K \rightarrow 2\pi$ дає можливість виділити переходи з $\Delta T = 1/2$. Остані приводять до існування нових, а саме правих струмів в електрослабких взаємодіях.

3. Вперше одержано $L - \eta - \eta'$ -змішування, які дають можливість пояснити CP-порушення в розпадах нейтральних каонів.

4. Вперше розглянуті аномальні взаємодії, які дають можливість пояснити рідкі розпади $\eta (\eta') \rightarrow 3\pi$ та $\eta' \rightarrow \eta 2\pi$.

5. Розглянуті баріони як солітони, які дають можливість розраховувати амплітуди s -хвильових розпадів гіперонів.

6. Одержані ширини радіаційних розпадів мезонів на основі калібровочно-інваріантного узагальнення члена Гесса-Зуміна-Віттена на випадок векторних та аксіально-векторних Янга-Міллсовських полів.

7. Вперше розглянуто інстантонну детермінантну взаємодію кварків, яка дала можливість вирішити не тільки $U(1)$ -проблему, но і так званий "спіновий кризис".

Апробація роботи і публікації. Результати, викладені в дисертації, доповідались і обговорювались на IX міжнародній нараді по проблемі квантової теорії поля /Дубна, вересень 1991 р./, на міжнародному семінарі по фізиці високих енергій /Київ, вересень 1992 р./, на ХХУ конференції Ужгородського державного університету /січень, 1991 р./, на осінній школі молодих вчених /Москва МДУ, жовтень 1989 р./, на Міжнародній нараді фізиків Будапештського університету ім. Етвеша Лоранда та Ужгородського університету /травень 1992 р./, а також на наукових семінарах ІФВЕ /м.Протвіно/, УжДУ та ІТФ АН України та опубліковано в 7 роботах.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, що містять оригінальні результати, заклячення і списку літератури із 140 найменувань. Математичні деталі, що не носять принципового характеру, винесено в Додатки І-2. Робота містить 117 сторінок машинописного тексту, в тому числі 6 рисунків і 4 таблиць.

З М І С Т Р О Б О Т И

У вступі обгрунтовано актуальність теми, сформульовано мету дисертаційної роботи і коротко викладено її зміст по главам.

В першій главі приводиться загальна теорія побудови нелінійних реалізацій груп на підгрупі, детально розглядується нелінійні реалізації кіральних $SU(3) \times SU(3)$ та $U(3) \times U(3)$ груп з лінеаризацією на підгрупі $SU(3)$, яка зберігає парність. Досліджуються трансформаційні властивості полів та їх похідних, як при перетвореннях з константними параметрами, так і від параметрів, які залежать від координат. Показана необхідність запровадження калібровочних полів в останньому випадку. Вказаний метод побудови інваріантних лагранжіанів відносно даних груп. Показано, що функція від псевдоскалярних мезонів може перетворюватися тільки по зображенню (m, m^*) -типу, де m - зображення групи $SU(3)$. Вияснений зв'язок між симетрією квантової хромодинаміки та кіральними лагранжіанами. Розглянутий загальний підхід до порушених симетрій.

В главі другій обговорюється спектроскопія нонета псевдоскалярних мезонів та роль глюонної $U_3(1)$ -аномалії при одержанні розщеплення мас η, η' -мезонів. Рішення цієї проблеми є найбільш прекрасним результатом, який одержаний в рамках КХД. Цей результат перевизначений в термінах нелінійних кіральних лагранжіанів. Розглянуті теоретичні наслідки для розпадів 0^- -мезонів.

Унікальним в цьому відношенні є розпад $\eta' \rightarrow \eta 2\pi$, який дає можливість суттєво понизити невизначеності феноменологічного аналізу структури p^4 -членів кірального лагранжіану.

Показано, що для зменшення амплітуди розпаду $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ ($\Delta T = 3/2$) в порівненні з $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ($\Delta T = 1/2$), найбільш суттєво то, що за рахунок сильних взаємодій виникають нові вершини, які включають як ліві, так і праві компоненти ферміонних полів, типу $(V - A)(V + A)$: $(V_\mu^i = \bar{q} \gamma_\mu \lambda_i q, A_\mu^i = \bar{q} \gamma_\mu \gamma_5 \lambda_i q)$. Матричні елементи таких операторів в переходах з $\Delta T = 1/2$ дають значно більших внесок в матричні елементи, ніж загально прийняті $(V - A)(V - A)$.

Вперше в дисертації запропонований метод обрахування амплітуд нелептонних розпадів мезонів, який відрізняється від методу валентних кварків.

1. Використовуємо одержаний Гілманом, Вейсом [5] ефективний лагранжіан слабких взаємодій, який враховує сильні взаємодії між кварками. Останній виражається через чотирьохферміонні оператори u -, d -, s -кварків.

2. Переходимо від кваркових полів до лагранжіанів, які виражаються через нонет O^+ -мезонів. Для цього робиться заміна кваркових струмів на відповідні мезонні струми з одними і тими ж квантовими числами /бозонізація/.

При цьому мезонні струми знаходяться з сильного лагранжіану з порушеною кіральною $U(3) \times U(3)$ симетрією з врахуванням аксіальної симетрії, тобто

$$V_\mu^i = - \frac{\delta L}{\delta \partial_\mu \alpha_i}, \quad A_\mu^i = - \frac{\delta L}{\delta \partial_\mu \beta_i} \quad (1)$$

де $\alpha_i(x)$, $\beta_i(x)$ - параметри групи $U(3) \times U(3)$.

В даній роботі при розрахунках враховувалися як малі, так

і великі віддалі. Більше того врахований $B_1 U_3$, який порушує ізо-
топічну симетрію. В результаті відношення

$R = A(\Delta T = 1/2) / A(\Delta T = 3/2) = 16$, а в кварковій моделі $R = 4$,
а експериментальне значення порядку 20. Тим не менше аналіз неде-
птонних розпадів каонів в кіральній КХД досить надійно підтверд-
жує існування правих струмів, які виникають внаслідок сильних вза-
ємодій між кварками /діаграми типу "пінгвін"/. Додаткова інформа-
ція про внесок правих струмів буде дана нижче при розрахунках ра-
діаційних розпадів $K \rightarrow 2\gamma$, $K \rightarrow \pi\gamma\gamma$, $K \rightarrow \pi\pi\gamma$, структура випромі-
нювання яких в основному визначається польськими діаграмами з пере-
ходами з $\Delta T = 1/2$.

Одержаний ЕМ використовується для пояснення CP-порушення.
Степінь CP-порушення характеризується параметрами ε та ε' , які
визначаються із співвідношення

$$\eta_{\pm} = \frac{\langle \pi^+ \pi^- | H_w | K_{\pm} \rangle}{\langle \pi^+ \pi^- | H_w | K_s \rangle} = \varepsilon + \varepsilon'$$

$$\eta_{00} = \frac{\langle \pi^0 \pi^0 | H_w | K_L \rangle}{\langle \pi^0 \pi^0 | H_w | K_s \rangle} = \varepsilon - 2\varepsilon'$$

$$K_{L,S} = \frac{1}{\sqrt{2}} (K^0 \pm \bar{K}^0), \quad \text{CP} | K_L \rangle = -1, \quad \text{CP} | K_S \rangle = 1$$

Параметр ε виникає в результаті прямого переходу $K_L \rightarrow K_S$.
 ε' виникає тільки в результаті прямого переходу $K_L \rightarrow 2\pi$ і сут-
тєво залежить від моделі. Для в'яснення того факту, який механі-
зм відповідає за CP-порушення необхідно експериментально виміря-
ти значення ε'/ε . Якщо $\varepsilon' = 0$, то внесок в ε'/ε вносять над-
слабка взаємодія, запропонована Волкінштейном в 1964 р. Суттєве
покращення значення ε'/ε було одержано в 1990 р. в експеримен-
тах в FERMILAB [6], де одержано таке значення $\varepsilon'/\varepsilon = (-0.5 \pm$

$\approx 1.4) 10^{-3}$. Ці виміри вказують на відхилення від надслабкої взаємодії. В нашій моделі показано, що врахування $\gamma^0 - \gamma - \gamma'$ -змішування, яке виникає внаслідок ізоспінового порушення симетрії приводить до того, що ξ'/ξ на 30% відрізняється від "пінгвінових" внесків в КХД і знаходиться в кількісному погодженні з експериментом.

Далі знайдені s -хвильові амплітуди нелептонних розпадів гіперонів. Останні виникають в моделі Скірма. Теоретичні передбачення моделі задовільно описують s -хвильові амплітуди розпадів гіперонів, за виключенням розпаду $\Sigma^+ \rightarrow n \pi^+$. Амплітуда цього розпаду у всіх моделях з врахуванням контактної взаємодії рівна нулю, що протирічить експерименту. Що відноситься до p -хвильових амплітуд розпадів гіперонів, то в цій моделі теоретичні передбачення відрізняються на 50% від експериментальних. Навірно, для одержання реальної кількісної теорії баріонів необхідні додаткові теоретичні ідеї.

На нашу думку більш реальною низькоенергетичною моделлю є ЕЛ, який описує як нормальні, так і аномальні взаємодії 0^- -мезонів з векторними ($S = 1^-$) і аксіально-векторними ($S = 1^+$) мезонами. Ця модель досліджується в третій главі.

Показано, що КХД володіє такою дискретною симетрією, яка не враховувалась в ЕЛ, а саме $P = P^0(-1)^{N_s}$ (P^0 - перетворення парності), а N_s - число гадронів у вершинах. В дисертації побудований модифікований кіральний лагранжіан з врахуванням вищезгаданої симетрії і запроваджено калібровочно-інваріантним чином електромагнітну взаємодію. Узагальнивши глобальну $U(3) \times U(3)$ -симетрію на калібровочну, запроваджені векторні I^+ - поля. Останні запроваджені так, що має місце векторна домінантність, тобто

$$J_{\mu,i}^{\nu} = \frac{m_{\nu}^2}{g} V_{\mu}^i \quad J_{\mu,i}^{\Lambda} = \frac{m_{\Lambda}^2}{g} A_{\mu}^i$$

Таким чином, побудований лагранжіан включає в себе як гадонні, так і електромагнітні аномалії. В рамках цієї моделі одержані теоретичні передбачення відносно всіх радіаційних розпаді псевдоскалярних та векторних мезонів виду $\eta, \eta', \rho \rightarrow 2\gamma$, $K_L \rightarrow 2\gamma$, $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$, $K_L \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$.

В четвертій главі використовується найбільш яскраве явище в КХД. Ми маємо на увазі - інстантони - класичні розв'язки нелінійних польових рівнянь з нетривіальною топологією. Інстантони - один із перших прикладів флуктуації глюонного поля, які не описуються теорією збурення. Рішили нелінійні інга-Мілсовські рівняння для глюонів Белавін, Поляков, Шварц та Топкін в 1975 р. [7]. Як уже відмічалось в третій главі глюонна аномалія враховувалась феноменологічно, запроваджуючи в киральний лагранжіан глюонні поля у виді топологічного заряду. В четвертій главі показано, що врахування інстантонів є єдиною можливістю рішення $U(1)$ -проблеми. Так ефект окремого інстантона з розміром ϱ і центром в x_0 приводить, як показав т'Хофт [8], до наступної добавки до ефективного кирального лагранжіану

$$\Delta L = \frac{2m_s}{\langle \bar{q}_i q_j \rangle} [\det \bar{q}_{Li} q_{Rj} + e.c.],$$

де

$$\lambda = \left(\frac{4\pi^2}{3}\right)^3 \langle 0 | \bar{q}_i q_j | 0 \rangle^2 \int_0^{\Lambda_c} \frac{d\mu}{\mu^6} D(\mu) Z^3(\mu/\Lambda_{\text{КХД}}),$$

$\varrho = \mu^{-1}$ - розмір інстантона, $D(\mu)$ - густина інстантона

Густина інстантонів одержана в роботі Г'Хофта

$$D(\mu) = 3.54 \cdot 10^{-3} \left[\frac{2\pi}{\alpha(\mu)} \right]^4 \exp \left[- \frac{2\pi}{\alpha(\mu)} \left(1 - \frac{\pi^2}{16 \alpha(\mu)} \frac{330 \text{ MeV}}{\mu^2} \right) \right].$$

$$\alpha(\mu) = \frac{2\pi}{9} \frac{1}{\ln(\mu^2/\Lambda_{\text{КХД}}^2)}$$

Константи $\Lambda_{\text{КХД}}$, g_c , $\langle \bar{q}q \rangle$ були визначені в методі правил сум
FKI

$$\Lambda_{\text{КХД}} = 200 \text{ MeV}, \quad g_c = 2 \text{ GeV}^{-1}, \quad \langle \bar{q}q \rangle = - (250 \text{ MeV})^3,$$

$$m_s = 200 \text{ MeV}, \quad \lambda = 0.154.$$

Після бозонізації

$$\Delta L = \frac{1}{2} \langle \bar{q}q \rangle \lambda m_s [\det U + \text{e.c.}],$$

$$U = \exp(2i\varphi/F_s).$$

Врахування ΔL дає можливість не тільки вирішити $U(1)$ -проблему, но і пояснити експеримент по вимірюванню перерізу глибоко-непружкого розсіювання поляризованих лептонів на поляризованому протоні, які були виконані в SLAC [9] та європейській мезонній колаборації в 1988 році [10]. Було одержано, що

$$\Sigma^{\text{ex}} = \langle g_1^p(x, Q^2 = 10.7 \text{ GeV}^2) \rangle = 0.114 \pm 0.012,$$

де g_1^p - структурна функція поляризованого протона, яка зв'язана із спіном протона. В нашій моделі

$$\Sigma = \langle p | \partial_\mu A_\mu^* | p \rangle = -6 \frac{\lambda \langle \bar{q}q \rangle m_s}{8} \langle p | \text{Im det } U | p \rangle = 0.16,$$

що знаходиться в якісному погодженні з експериментом.

В закліченні сформульоване основні результати проведеного дослідження:

I. Побудована низькоенергетична динаміка мезонів як граничний перехід від КХД. Проаналізований найбільш загальний підхід порушення симетрії з похідними.

2. Теоретично одержані фізичні передбачення у відношенні рідких розпадів мезонів. Досліджена структура слабких гадронних струмів, які дають внесок в правило $\Delta T = 1/2$. Розглянута проблема CP-порушення в розпадах мезонів. Проаналізовані наслідки, які виникають з експериментів *MAMI* в *CEBAF* для напівслабкої моделі. Даются теоретичні передбачення для ефекту CP-порушення симетрії.

3. Розраховані S -хвильові амплітуди нелептонних розпадів гіперонів. Останні в моделі виникають як нестривіальне збудження солітонів.

4. В моделі векторної домінантності з врахуванням кіральних аномалій Весса-Зуміно-Віттена розраховані парціальні ширини розпадів каонів. Показано, що кіральні аномалії практично повністю визначають структуру випромінювання в радіаційному розпаді каонів.

5. Вирішена проблема "спінового кризису", який зв'язаний з малим значенням аксіального заряду нуклона. Пояснені експерименти, які були виконані в *SLAC* та європейській мезонній колаборації *EMC*. Показано, що при розрахунку матричних елементів струмів по протонним станам необхідно врахувати непертурбативну взаємодію кварків з інстантонами.

Основні результати, що увійшли до дисертації,
опубліковані в роботах:

1. Сабо Т.А., Сенік В.М. Распад нейтрального К-мезона // УДІ.- 1990.-Т.35, №12.- С.1767-1769.

2. Сабов А.В., Сабо Т.А. Распады адронов в нарушенных кирально-калибровочных моделях с учетом инстантонов // УДІ.- 1993.- Т.38, №8.- С.1127-1131.

3. Сабо В.И., Карбованец М.И., Сабо Т.А., Сеник В.М.
Нелептонные распады мезонов в нарушенной кирально-калибровочной теории // Прикладные научные исследования. Научно-технический сборник. Киев-Ужгород, 1990.-С.29-33.
4. Sabov V.I., Sabo T.A. Meson Decays with Instantons // HADRONS - 92. Proceedings of the International Workshop on Elastic and Diffractive Scattering. - ITF, Kiev, 1992. - p. 95 - 101.
5. Sabo T. A. Neutral K Meson Decays // ANUAR '93. Seria fizica. - Universitatea Timisoara, Romania, 1993. - P.103-107.
6. Сабо В.И., Сабо Т.А. Инстантонный эффект для спин-зависимой функции // Практика научного эксперимента. Научно-технический сборник. Киев-Ужгород, 1993.- С.118-120.
7. Сабо Т.А., Сабо В.И. Инстантонный вакуум и спин протона // Ядерная физика.- 1994.- Вып.12. /в печати/.

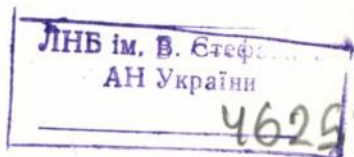
ЛИТЕРАТУРА

1. Schwinger J. Particle Symmetry // Phys. Lett. B. - 1967. - Vol. 24. - P. 373 -375.
2. Weinberg S. Dynamical Approach to Current Algebra // Phys. Rev. Lett. - 1967. - Vol. 18. - P. 185 - 190.
3. Witten E. Global Aspects of Current Algebra. Preprint / Princeton University, New Jersey 08544. - 1983. - 17p.
4. Wess J., Zumino B. Lagrangian Method for Central Symmetries // Phys. Rev. B. - 1969. - Vol. 177.- P.2239 - 2251.
5. Gilman F.J., Wise M.B. Effective Hamiltonian for $\Delta S = 1$ weak Nonleptonic Decays in the Six-quark Model // Phys.

6. Rev. D. - 1979. - Vol. 20, N 9. - P. 2392 - 2407.
6. Yamanaka T.A. A new Measurement of CP Violation Parameter ε'/ε . Preprint / FERMILAB, 90/14 - E. - Batanrai, Illinois, 1990.
7. Belavin A.A., Polyakov A.M., Schwartz A.S., Iyupkin Yu.S. Pseudoparticle Solutions of the Yang-Mills Equation // Phys. Lett. B. - 1975. - Vol. 29. - P. 85 -90.
8. 't Hooft G. How Instantons Solve the U(1) Problem // Phys. Rep. Lett. B. - 1988. - Vol. 212. - P. 511 -520.
9. Baum G et. al. New Measurement of Deep-Inelastic e-p Asymmetries // Phys. Rev. Lett. - 1983. - Vol. 51. - P. 1135 - 1142.
10. Ashman J. et al. A Measurement of the Spin Asymmetry and Determination of the Structure function g_1 in Deep - In elastic Muon-Proton Scattering // Phys. Lett. B.- 1988. - Vol. 206. - P. 364 - 372.

fabo / mee

Підписано до друку 14.03.94. Формат 60x84/16
 Замовлення 698. Тираж 100.
 ВВК "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101.



AB 29.957
AB 29.957