

# Improved Multichannel Neutron Polarizers on Basis of FeCoV/TiZr Supermirrors with TiZrGd Underlayer

*A. F. Schebetov, S. V. Metelev, B. G. Peskov, N. K. Pleshanov,  
V. M. Pusenkov, V. G. Syromyatnikov, V. A. Ul'yanov,  
W. H. Kraan, C. F. de Vroege, M. Th. Rekveldt*

## Аннотация

Представлены результаты измерений поляризующей эффективности и пропускания нового высокоэффективного многоканального нейтронного поляризатора. Описана процедура измерений. Рассмотрены параметры новых  $\text{Fe}_{30}\text{Co}_{68}\text{V}_2/\text{Ti}_{75}\text{Zr}_{25}$  суперзеркал и поляризатора, сделанного на их основе, в сравнении со старыми  $\text{Fe}_{34}\text{Co}_{64}\text{V}_2/\text{Ti}_{60}\text{Zr}_{40}$  суперзеркалами и старым поляризатором. Обсуждаются причины улучшения поляризующей эффективности покрытия.

## Abstract

Measurements of the polarizing efficiency and transmittance of a new high efficiency multichannel neutron polarizer are presented. The procedure of the measurements is given. The parameters of new  $\text{Fe}_{30}\text{Co}_{68}\text{V}_2/\text{Ti}_{75}\text{Zr}_{25}$  supermirrors and a polarizer made of them are compared with old  $\text{Fe}_{34}\text{Co}_{64}\text{V}_2/\text{Ti}_{60}\text{Zr}_{40}$  supermirrors and an old polarizer. We discuss how the polarizing efficiency of the coating was improved.

Препринт №2503, 13.01.2003 г., англ. текст  
E-mail: [ulyanov@pnpi.spb.ru](mailto:ulyanov@pnpi.spb.ru)

## New Experimental Limit on the Lifetime of Neutrino Radiative Decay $\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma$ Obtained with the BOREXINO Counting Test Facility

*A. V. Derbin, V. N. Muratova, O. Yu. Smirnov, O. A. Zaimidoroga*

## Аннотация

Результаты измерений уровня фона на прототипе детектора Борексино использовались для получения ограничения на время жизни солнечных нейтрино относительно радиационного распада  $\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma$ . Новый нижний предел для времени жизни  $pp$ - и  ${}^7\text{Be}$ -нейтрино составляет  $\tau_{c.m.}/m_\nu \geq 4.2 \cdot 10^3 \text{ с} \cdot \text{эВ}^{-1}$ . Данный результат более чем на порядок превосходит значения, достигнутые в экспериментах на реакторах и ускорителях.

## Abstract

Results of background measurements with the prototype of the Borexino detector have been used to obtain bound on the lifetime of the radiative neutrino decay  $\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma$ . The new lower limit for the lifetime of  $pp$ - and  ${}^7\text{Be}$ -neutrinos is  $\tau_{c.m.}(\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma)/m_\nu \geq 4.2 \cdot 10^3 \text{ s} \cdot \text{eV}^{-1}$ . It is more than one order of magnitude stronger than obtained in previous experiments using nuclear reactors and accelerators.

Препринт №2504, 16.01.2003 г., англ. текст.  
E-mail: [muratova@pnpi.spb.ru](mailto:muratova@pnpi.spb.ru)

# Grouping of High-Energy Transitions in the (n, $\gamma$ )-reaction

*S. L. Sakharov*

## Аннотация

Изучение упорядоченных по интенсивности переходов из (n,  $\gamma$ )-реакции указывает на (а) наличие в диапазоне 5000–6000 кэВ большого числа совпадающих по энергии переходов по сравнению с числом переходов в интервале 4000–5000 кэВ, (б) совпадение энергий переходов  $^{15}\text{N}$  и  $^{157}\text{Gd}$  и выделенность разности массовых чисел  $\Delta A=142$ , (в) отсутствие совпадений энергий переходов в интервале  $A=74$ –115 и (г) прямую зависимость интенсивности любого из пары совпадающих по энергии переходов от разности массовых чисел ядер, в которых эти переходы происходят.

## Abstract

Study of ordered in intensity transitions from the (n,  $\gamma$ )-reaction shows to (a) the presence in the range 5000–6000 keV of the large number of coincident in energy transitions compared to the number of transitions in the neighbouring range 4000–5000 keV, (b) coincidence in energy of transitions in  $^{15}\text{N}$  and  $^{157}\text{Gd}$  and singleness of mass number difference of  $\Delta A=142$ , (c) the absence of coincidences of transition energies in the range  $A=74$ –115 and (d) direct dependence of intensity of either of a pair coincident in energy transitions on the difference of the mass number of the nuclei in which these transitions proceed.

Препринт №2505, 22.01.2003 г., англ. текст.

E-mail: [sakh@hep486.pnpi.spb.ru](mailto:sakh@hep486.pnpi.spb.ru)

## Three-Fold Correlation in the Interaction of Polarized Neutrons with Polarized Nuclei and Method of Oscillating Fields

*A. V. Aldushchenkov, A. I. Kovalev, V. V. Lukashevich*

## Аннотация

Обсуждается двухкатушечный резонансный метод для измерения возможных Т-неинвариантных эффектов при взаимодействии монохроматических нейтронов с поляризованными ядрами. Показано, что фазовый спектр нейтронов содержит информацию об эффективных полях в мишенях. Проанализирован способ выделения Т-нечетной амплитуды в рамках предложенной экспериментальной схемы.

## Abstract

A two coil resonance method is discussed for the experimental studies of possible P, T-violating effects in the interaction of low-energy neutrons with polarized nuclei. It is shown that a neutron phase spectrum contains an information about the efficient fields in the target. The analysis for a selection of T-odd amplitude is applied for proposed experimental scheme.

Препринт №2506, 28.01.2003 г., англ. текст.

E-mail: [aldu@pnpi.spb.ru](mailto:aldu@pnpi.spb.ru)

# Создание активной мишени для «поверхностных» мюонов на основе плоскопараллельной камеры

*В. Г. Ивочкин, С. И. Воробьев, С. В. Косьяненко*

## Аннотация

В данной работе представлены результаты исследования рабочих характеристик плоскопараллельной камеры (РРС) на электронах, а также на пучках позитронов и «поверхностных» мюонов. В качестве газовой среды использовался  $\text{CO}_2$  (100 %), находящийся при атмосферном давлении. Измерены амплитудные спектры и эффективность регистрации заряженных частиц для электронов  $\beta$ -источника, а также для позитронов и мюонов с импульсом 20–27 МэВ/с. Установлено, что в РРС с газовым промежутком 1 мм можно достичь 99 % эффективности регистрации «поверхностных» мюонов. Этот результат, наряду с высоким быстродействием детектора, позволяет использовать РРС в экспериментах на интенсивных пучках «поверхностных» мюонов современных мезонных фабрик.

## Abstract

The results of investigations of the Plane Parallel Chamber on the  $\beta$ -source's electrons, positrons and «surface» muons are presented. The amplitude spectra and efficiency of the registration for electrons, positrons and muons with momentum 20–27 MeV/c were measured. The registration efficiency of 99 % for the muons has been obtained, using the PPC with the gas gap 1 mm and  $\text{CO}_2$  (100 %) at 1 atm as a work gas. This result together with other properties of PPC allows to use Plane Parallel Chamber in the experiments with the high intensity «surface» muon's beams of the modern meson factories.

Препринт №2507, 24.01.2003 г.

E-mail: [ivochkin@lnpi.spb.ru](mailto:ivochkin@lnpi.spb.ru)

# Fission and Satellite Fission Processes Induced in Tungsten Nuclei by 1 GeV Protons

*B. L. Gorshkov, A. V. Kravtsov, N. P. Popov,  
V. R. Resnik, N. G. Soboleva, G. E. Solyakin*

## Аннотация

С целью изучения механизмов расщепления среднетяжелых ядер был проведен эксперимент с тонкой вольфрамовой мишенью, обогащенной изотопом  $^{184}\text{W}$ , на пучке протонов с энергией 1 ГэВ. Дополнительные осколки детектировались в геометрии, близкой к коллинеарной с использованием метода (2E, 2V) измерений.

Наряду с событиями деления ядер наблюдались расщепления с образованием дополнительных осколков, суммарная масса которых допускает нуклонные потери более 50 а.е. Такие события были отнесены к процессам, сопровождающим деление среднетяжелых ядер. Их доля составляет  $(20.2 \pm 2.0)$  % от числа событий коллинеарного бинарного деления.

## Abstract

Aimed at the study of disintegration mechanisms of medium-heavy nuclei an experiment with a thin tungsten target enriched with  $^{184}\text{W}$  isotope has been carried out at the 1 GeV proton beam. The complementary fragments were detected in an almost collinear geometry using (2E, 2V) measurement technique.

Together with nuclear fission events, the events with formation of complementary fragments have been observed which admitted nucleon losses more than 50 u. The probability of such events amounts to  $(20.2 \pm 2.0)$  % of the collinear binary fission probability.

Препринт №2508, 6.02.2003 г., англ. текст.  
E-mail: [kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru)

# Search for Collinear Three-Body Disintegrations Induced in Tungsten Nuclei by 1 GeV Protons

*B. L. Gorshkov, A. V. Kravtsov, N. P. Popov,  
V. R. Resnik, N. G. Soboleva, G. E. Solyakin*

## Аннотация

С целью изучения механизмов расщепления среднетяжелых ядер был проведен эксперимент с тонкой вольфрамовой мишенью, обогащенной изотопом  $^{184}\text{W}$ , на пучке протонов с энергией 1 ГэВ. Дополнительные осколки детектировались в коллинеарной геометрии с использованием метода (2E, 2V) измерений.

Наблюдены события коллинеарного трехтельного расщепления, в которых два дополнительных осколка имеют промежуточные массы, повышенную полную кинетическую энергию ТКЕ и почти полностью сбалансированные импульсы. Доля таких событий составляет  $(4 \pm 1) \%$  от числа событий коллинеарного бинарного деления и 20 % от вероятности процессов, сопутствующих делению.

## Abstract

Experiment with a tungsten target enriched with  $^{184}\text{W}$  isotope has been carried out at the 1 GeV proton beam. The complementary fragments were detected using (2E, 2V) measurement technique in sub-collinear geometry.

The events of collinear three-body disintegrations were observed at the level of  $(4.2 \pm 1.0) \%$  of the collinear binary fission probability and 20 % of the probability of the satellite fission processes. Two detected complementary fragments from the collinear three-body disintegrations had intermediate masses, enhanced TKE values and nearly completely balanced momenta.

Препринт №2509, 19.03.2003 г., англ. текст.

E-mail: [kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru)

# Спин-орбитальные расщепления и зарядовообменные возбуждения вблизи дважды магического ядра $^{48}\text{Ca}$

*В. И. Исаков*

## Аннотация

На основе детального анализа имеющихся экспериментальных данных в работе определяются спектр одночастичных состояний и изотопическая зависимость спин-орбитального расщепления в ядрах вблизи нейтроноизбыточного нуклида  $^{48}\text{Ca}$ . Изучаются зарядовообменные возбуждения в системе с  $A = 48$ , в частности, поляризационные явления, возникающие в реакции  $^{48}\text{Ca}(p, n)^{48}\text{Sc}$  при возбуждении изоаналогового уровня конечного ядра. Исследуются также свойства других возбужденных уровней ядра  $^{48}\text{Sc}$ .

## Abstract

The spectrum of single particle states and the isotopical dependence of the spin-orbital splitting in nuclei close to the doubly magical nuclide  $^{48}\text{Ca}$  are determined basing on the detailed analysis of the available experimental data. Charge exchange excitations in the  $A = 48$  system and the polarization effects arising in the excitation of the isoanalogue state in the  $^{48}\text{Ca}(p, n)^{48}\text{Sc}$  reaction, as well as the properties of other excited states of  $^{48}\text{Sc}$ , are also studied.

Препринт №2510, 27.02.2003 г.

E-mail: [visakov@thd.pnpi.spb.ru](mailto:visakov@thd.pnpi.spb.ru)

# Off-line and On-line Tests of Ionizing Targets

*V. N. Panteleev, A. E. Barzakh, D. V. Fedorov, V. Menna,  
F. V. Moroz, and Yu. M. Volkov*

## Аннотация

Представлены первые результаты испытаний высокотемпературных комбинированных мишенно-ионных устройств (ионизирующих мишеней) нового типа, которые были разработаны для получения однозарядных ионов радиоактивных изотопов большинства элементов периодической таблицы в режиме «on-line». Были проведены «off-line» тесты и «on-line» эксперименты с использованием разработанной ионизирующей мишени, заполненной различными мишенными материалами. Эффективность ионизации, измеренная для стабильных атомов Li и Mg, составила от 0.14 до 5.4 % для мишеней с различными мишенными материалами. С использованием ионизирующей мишени были измерены выходы нейтронодефицитных изотопов редкоземельных элементов Pm, Sm, Eu, Gd, Tm, Yb и Lu. Эффективность получения радиоактивных изотопов в режиме «on-line», включающая в себя эффективность ионизации и эффективность выделения продуктов ядерной реакции, составила 0.1–7 % для различных нуклидов.

## Abstract

First results of tests of a new type of a high temperature combined target-ion source (ionizing target) which was developed for on-line production of single charge ions of radioactive isotopes of most elements of the periodical table have been presented. Off-line tests and on-line experiments making use the developed ionizing target, housing different target materials, have been carried out. The ionization efficiency measured for stable atoms of Li and Mg amounted 0.14–5.4 % for the targets with different target materials. With the ionizing target use the yields of neutron deficient isotopes of rare earth elements Pm, Sm, Eu, Gd, Tm, Yb, and Lu have been measured. The value of on-line production efficiency, which is a product of the ionization and release efficiency, was within the interval 0.1–7 % for different nuclides.

Препринт №2511, 31.03.2003 г., англ. текст.  
E-mail: [vnp@mail.pnpi.spb.ru](mailto:vnp@mail.pnpi.spb.ru)

# Flux Tubes on Higgs Branches in SUSY Gauge Theories

*K. Evlampiev, A. Yung*

## Аннотация

Изучаются трубки потока на хиггсовских ветках с искривленной геометрией в суперсимметричных калибровочных теориях. В качестве первого примера рассматривается  $N = 1$  КЭД с одним ароматом зарядов и с хиггсовской веткой, искривленной членом Фое-Илиопулоса (ФЕ). Показано, что трубки потока образуются в любом вакууме на хиггсовской ветке, но их поперечный размер становится большим. Внутренняя структура трубки потока в плоскости, ортогональной оси струны, определяется «BPS-ядром», образованным легкими полями, живущими на хиггсовской ветке. Натяжение струны дается суммой натяжения «BPS-ядра» и натяжения «хвоста». Далее рассматривается  $N = 2$  КХД с калибровочной группой  $SU(2)$  и двумя ароматами фундаментальной материи (кварками) с одинаковой массой. Эта теория возмущается массовым членом присоединенного поля, который в главном порядке по параметру возмущения не нарушает  $N = 2$  суперсимметрии и сводится к члену Фое-Илиопулоса. Хиггсовская ветка имеет геометрию Егучи-Хансона. Получено струнное решение в произвольном вакууме на этой хиггсовской ветке и вычислено его натяжение. Также обсуждается возможность превращения этой струны в полулокальную струну, что связано с фазовым переходом конфайнмент/деконфайнмент.

## Abstract

We study flux tubes on Higgs branches with curved geometry in supersymmetric gauge theories. As a first example we consider  $N = 1$  QED with one flavor of charges and with Higgs branch curved by adding a Fayet-Iliopoulos (FI) term. We show that in a generic vacuum on the Higgs branch flux tubes exist but become «thick». Their internal structure in the plane orthogonal to the string is determined by «BPS core» formed by heavy fields and long range «tail» associated with light fields living on the Higgs branch. The string tension is given by the tension of «BPS core» plus contribution coming from the «tail». Next we consider  $N = 2$  QCD with gauge group  $SU(2)$  and  $N_f = 2$  flavors of fundamental matter (quarks) with the same mass. We perturb this theory by the mass term for the adjoint field which to the leading order in perturbation parameter do not break  $N = 2$  supersymmetry and reduces to FI term. The Higgs branch has Eguchi-Hanson geometry. We work out string solution in the generic vacuum on the Higgs branch and calculate its string tension. We also discuss if these strings can turn into semilocal strings, the possibility related to the confinement/deconfinement phase transition.

Препринт № 2512, 27.03.2003 г., англ. текст.

E-mail: [galinast@thd.npi.spb.ru](mailto:galinast@thd.npi.spb.ru)



## К вопросу о фазах $P$ -нечетных и $P$ -четных эффектов, наблюдаемых в реакциях с нейтронами

*Л. М. Смотрицкий*

### Аннотация

Детально рассмотрены фазы  $P$ -нечетных и  $P$ -четных эффектов, наблюдаемых в реакциях с нейтронами. Получены формулы, описывающие  $P$ -четные эффекты. Корректный учет фаз приводит к удвоению пика лево-правой асимметрии вылета  $\gamma$ -квантов в резонансе.

### Abstract

The phases of  $P$ -odd and  $P$ -even observables in neutron induced reactions are in details considered. The formulas describing  $P$ -even effects are received. The correct account of the phases results in doubling peak of the left-right asymmetries in a resonance.

Препринт №2513, 26.03.2003 г.

E-mail: [smotrits@npfi.spb.ru](mailto:smotrits@npfi.spb.ru)

## Возможности повышения точности измерения ЭДМ нейтрона магниторезонансным методом

*И. С. Алтарев, Ю. В. Борисов, С. Н. Иванов, Э. А. Коломенский,  
В. М. Лобашев, В. А. Назаренко, А. Н. Пирожков, Ю. В. Соболев*

*A. Frei, E. Gutschmiedl, F. J. Hartmann, S. Paul, G. Petzoldt, W. Schott,  
D. Tortorella, U. Trinks, O. Zimmer, W. Heil*

### Аннотация

В работе рассмотрены вопросы методики и техники эксперимента по поиску электрического дипольного момента нейтрона магниторезонансным методом с помощью ультрахолодных нейтронов. На примере экспериментальной установки ПИЯФ РАН обсуждаются факторы, ограничивающие ее чувствительность, рассмотрены источники возможных систематических погрешностей, намечены пути модернизации установки с целью проведения измерений на высокоинтенсивных источниках УХН.

### Abstract

In this work we examine method and techniques employed in the search for an electric dipole moment of the neutron with ultra-cold neutrons (UCN). On the example of the experimental set-up at PNPI the factors limiting the sensitivity of the measurement are considered and possible ways to a modernization of the arrangement are shown for the purpose of carrying out of the measurement with the high flux UCN sources.

Препринт № 2514, 7.05.2003 г.

E-mail: [pirozhkov@npfi.spb.ru](mailto:pirozhkov@npfi.spb.ru)

# Определение изотопного состава образцов методом полного отражения при скользящем падении нейтронов на отраженную мишень

*Е. М. Коротких*

## Аннотация

В работе рассмотрены методы определения изотопного состава образцов, выполненных в виде тонкого отражающего слоя, нанесенного на плоскую подложку. Измерение критического угла полного отражения для нейтронов с известной энергией позволяет определить когерентную длину рассеяния нейтрона, величина которой зависит от изотопного состава образца. Другой метод заключается в измерении мгновенного  $\gamma$ -излучения при полном отражении «белого» пучка тепловых нейтронов от образца.

## Abstract

The paper regards the isotopic contents determination methods of the samples prepared as the thin reflecting layer on the plane carrier. The measurement of the critical angle of the total reflection for the neutrons with the known energy allows the coherent scattering length to be determined, which value depends on the sample isotopic contents. Another method consists in the measurement of prompt  $\gamma$ -rays when the «white» beam of the thermal neutrons reflects totally on the sample.

Препринт № 2515, 25.04.2003 г.  
E-mail: [igork@mail.pnpi.spb.ru](mailto:igork@mail.pnpi.spb.ru)

# Исследование спектров неупругой релаксации $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ -керамики методом ультразвуковой резонансной спектроскопии

*Р. Ф. Коноплева, И. В. Назаркин*

## Аннотация

Методом ультразвуковой резонансной спектроскопии исследован спектр неупругой релаксации структурно-неупорядоченной ВТСП на основе керамики состава  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , облученной быстрыми нейтронами реактора флюенсом  $\Phi \approx 1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ . Установлена дислокационная природа пика  $P_3$  внутреннего трения  $Q^{-1}(T)$ . Предложена модель, в рамках которой дано объяснение гистерезисного характера температурной зависимости  $Q^{-1}(T)$  этого пика.

## Abstract

The spectrum of a nonelastic relaxation of structurally disorder HTSC on the basis of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  ceramics irradiated with fast neutrons of a reactor by fluence  $\Phi \approx 1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  by ultrasonic resonant spectroscopy method was investigated. The dislocation nature of  $P_3$  internal friction  $Q^{-1}(T)$  peak is established. The explanation model of hysteresis temperature dependence  $Q^{-1}(T)$  of this peak is presented.

Препринт № 2516, 6.05.2003 г.  
E-mail: [nazarkin@pnpi.spb.ru](mailto:nazarkin@pnpi.spb.ru)

# **Особенности влияния разупорядоченных областей на температурную зависимость коэффициента Холла в n-Ge<Sb>, компенсированном облучением быстрыми нейтронами реактора**

*Р. Ф. Коноплева, И. В. Назаркин*

## **Аннотация**

Представлены результаты исследования температурной зависимости коэффициента Холла образцов n-Ge, легированных сурьмой  $N_{\text{Sb}} \approx 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ , облученных различными флюенсами быстрых нейтронов в канале В1 реактора ВВР-М ПИЯФ РАН.

Установлено, что обнаруженный немонотонный ход температурной зависимости концентрации носителей заряда может быть связан с наличием полей локальных упругих напряжений, возникающих вокруг РО.

## **Abstract**

The results of the Hall coefficient temperature dependence research of n-Ge samples, alloyed by antimony  $N_{\text{Sb}} \approx 5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  irradiated by various fluence of fast neutrons in channel V1 of a reactor of VVR-M PNPI the Russian Academy of Science are presented.

It is established, that the nonmonotonic course of temperature dependence of concentration of carriers of a charge can be connected to presence of fields of the local elastic pressure arising around DR.

Препринт № 2517, 28.04.2003.г

E-mail: [nazarkin@pnpi.spb.ru](mailto:nazarkin@pnpi.spb.ru)

# **Прыжковая проводимость Ge<Sb>, конвертированного облучением быстрыми нейтронами реактора в р-тип**

*Р. Ф. Коноплева, И. В. Назаркин*

## **Аннотация**

В рамках количественной модели прыжковой проводимости неупорядоченной системы на основе n-Ge, компенсированного облучением быстрыми нейтронами реактора, дано описание скользящей энергии активации низкотемпературной проводимости, наблюдаемой в эксперименте.

## **Abstract**

The low-temperature conductivity sliding energy of activation observably in experiment gives the description within the framework of quantitative model of the disorder system hopping conductivity on a n-Ge basis, compensated by fast reactor neutrons irradiation is presented.

Препринт № 2518, 30.04.2003 г.

E-mail: [nazarkin@pnpi.spb.ru](mailto:nazarkin@pnpi.spb.ru)

# Установка магнетронного распыления для изготовления нейтронных суперзеркал

*Б. Г. Песков, А. Ф. Щебетов, Я. А. Касман, Н. Г. Колыванова*

## Аннотация

Представлена конструкция установки для изготовления нейтронных суперзеркал. Дано описание основных систем установки. Описана подготовка систем к работе и процесс изготовления суперзеркал. Обсуждаются пути совершенствования установки следующего поколения.

## Abstract

The construction of magnetron sputtering setup for production of neutron supermirrors is presented. The description of main parts of the setup is given. The presputtering procedure as the procedure of the producing of supermirrors are described. The ways of the improving of the neutron supermirror technology are discussed.

Препринт № 2519, 8.05.2003 г.

E-mail: [schebet@pnpi.spb.ru](mailto:schebet@pnpi.spb.ru)

# The Photon Tagging System for the CB@ELSA Experiment: Performance and Energy Calibration

*D. Bayadilov, Yu. Beloglazov, V. Credé, A. Gridnev, I. Horn, R. Joosten,  
H. Kalinowsky, J. Link, I. Lopatin, D. Novinsky, A. Radkov, V. Sumachev*

## Аннотация

Дано краткое описание системы мечения фотонов, установленной в экспериментальном зале ускорителя ELSA Боннского университета и используемой в настоящее время при проведении эксперимента CB@ELSA. Интенсивные пучки высокоэнергетических фотонов для изучения взаимодействий адронов с различными мишенями образуются за счет тормозного излучения выведенного электронного пучка ускорителя ELSA на тонком радиаторе. Система мечения может измерять энергию образовавшегося фотона в диапазоне от 22 % до 92 % от энергии падающих электронов, она способна эффективно работать при энергиях электронов до 3200 МэВ и при потоках фотонов до  $10^8$  1/с. Основные компоненты системы мечения – фотонообразующая мишень (радиатор), дипольный магнит, отклоняющий электроны в соответствии с их импульсом, набор из 14 сцинтилляционных счетчиков, предназначенных для временных измерений и для формирования триггера, и две многопроволочные пропорциональные камеры для хорошего энергетического разрешения. Чтобы обеспечить возможность работы при очень высоких потоках фотонов вплоть до  $10^8$  1/с, система мечения дополнительно оснащена детектором на основе сцинтилляционных нитей. Даны основные характеристики системы мечения фотонов и представлены результаты энергетической калибровки.

## Abstract

We describe briefly the photon tagging system installed in experimental hall of the ELSA accelerator at the Bonn University and presently used in the CB-ELSA experiment. A large flux of high energetic photons for studying hadronic interactions with various targets is produced in a thin radiator with the extracted electron beam from ELSA *via* bremsstrahlung. To measure the energy of the produced photon a tagging system covers photon energies over a range from 22 % to 92 % of the incident electron energy, and is capable to operate with beam energies up to 3200 MeV and with photon fluxes up to  $10^8$  1/s. The main components of the tagger are a photon-production target (radiator), a dipole magnet which deflects the bremsstrahlung electrons according to their specific momenta, a ladder of 14 scintillation counters for timing and trigger tasks, and two multiwire proportional chambers for a position measurement of the deflected electron with good spatial resolution which corresponds to a good energy resolution. To provide operation with very high photon fluxes up to  $10^8$  1/s, the tagging system is equipped additionally with a high resolution scintillating fiber detector covering the energy range with the highest intensities of bremsstrahlung electrons. The performance of the tagging system is described, and the results of energy calibration are presented.

Препринт № 2520, 15.05.2003 г., англ. текст.

E-mail: [lopatin@pnpi.spb.ru](mailto:lopatin@pnpi.spb.ru)

# Электрический шум в диэлектрических пленках

*Б. И. Якубович*

## Аннотация

Проанализированы флуктуации в диэлектрических пленках, вызванные процессами в областях с пониженной электрической прочностью. Вычислен ряд выражений общего вида для спектров электрических флуктуаций. Дано универсальное описание электрического шума в диэлектриках, обусловленного такими причинами. Отмечены возможности использования шума в прикладных целях.

## Abstract

There have been analysed fluctuations in dielectric films caused by the processes in area with low electric strength. It is calculated series of expressions of general form for spectra of electric fluctuations. It is given a universal description of electric noise in dielectrics caused by these reasons. The possibilities of using the noise in applied aims are marked.

Препринт № 2521, 16.06.2003 г.

E-mail: [khavronin@npfi.spb.ru](mailto:khavronin@npfi.spb.ru)

# On the Study of Ground State for Electron-Doped Manganites

*S. M. Dunaevsky, V. V. Deriglazov*

## Аннотация

Описан метод определения основного состояния манганитов  $R_xA_{1-x}MnO_3$  в области электронного легирования, когда концентрация трехвалентных атомов  $x < 0.5$ . В препринте подробно изложен метод расчета энергетического спектра  $\varepsilon(k)$  и полной энергии носителей заряда для всевозможных магнитных и орбитальных конфигураций системы, отвечающих трансляционной симметрии решетки с четырьмя ионами марганца в элементарной ячейке. На основе развитого формализма удастся описать такие общие свойства манганитов, как различные низкотемпературные фазы, характеризующиеся определенными типами магнитного и орбитального упорядочения, а также их чередование с ростом  $x$ .

## Abstract

A technique of energy band structure calculations within tight-binding approximation is presented to find out ground state of electron-doped manganites,  $R_xA_{1-x}MnO_3$ , where  $R$  and  $A$  are trivalent and divalent elements, respectively, in the region  $x < 0.5$ . The model is based on double exchange of  $e_g$  electrons supplemented with superexchange of localized  $t_{2g}$  electrons and accounts for double degeneracy of partly occupied  $e_g$  orbitals with the small Jahn-Teller-type splitting of  $e_g$  level. The formalism proved to be quite efficient to describe the generic low-temperature properties of manganites, such as the variety and sequence of magnetic and orbital phases in the wide range of electron doping.

Препринт № 2522, 9.06.2003 г., англ. текст.

E-mail: [deriglaz@mail.npfi.spb.ru](mailto:deriglaz@mail.npfi.spb.ru)

# Modernization of the Crystal Diffraction Gamma-Spectrometer GSK-2

*V. L. Alexeev, V. L. Rumiantsev*

## Аннотация

Рассматриваются основные причины, ограничивающие разрешение кристалл-дифракционных гамма-спектрометров. Предложены и осуществлены новые подходы, позволяющие преодолеть эти ограничения. На фокусирующем кристалл-дифракционном гамма-спектрометре по Кошуа ГСК-2М в интервале энергий  $95 \leq E_\gamma \leq 250$  кэВ получено угловое разрешение 0,34 угл. с (от полной апертуры кристалла). От ограниченной апертуры угловое разрешение составляет 0,19 угл. с. Для отсчета углов дифракции впервые в мировой практике на базе высокочастотных голографических дифракционных решеток реализована (разработанная в ПИЯФ) интерферометрическая схема с очень малой длиной оптического пути ( $\leq 0,1$  мм), обеспечившая высокую надежность и точность измерения углов. Интерферометр обладает повышенной устойчивостью к вибрациям и изменениям параметров внешней среды. Погрешность определения энергии  $\gamma$ -лучей – до десятых долей эВ.

## Abstract

The main reasons limiting the curved crystal  $\gamma$ -spectrometers resolution are discussed. New solutions have been proposed and realized during the recent modernization. Angular resolution as small as 0.34" has been achieved with the curved crystal Cauchois  $\gamma$ -spectrometer GSK-2M in the  $\gamma$ -ray energy region  $95 \leq E_\gamma \leq 250$  keV. Instrumental width of a  $\gamma$ -line from the restricted aperture is 0.19". The laser-reading device (designed in PNPI) on the basis of high-frequency holographic diffraction gratings is used for the first time. It yields an extremely small optical path ( $\leq 0,01$  mm) and high angular sensitive. The interferometer has the heightened stability to vibrations and to change of environment parameters. Now this spectrometer allows the measurements of the  $\gamma$ -ray energy with accuracy up to several tenths of eV.

Препринт 2523, 30.06 2003 г., англ. текст.

E-mail: [vlrum@pnpi.spb.ru](mailto:vlrum@pnpi.spb.ru)

# Distribution of Temperature and Stress in PIK-3 Fuel Elements with Uranium-Molybdenum Meat and Aluminum Cladding

*A. N. Erykalov*

## Аннотация

Получено распределение температуры по поперечному сечению для новой композиции твэла реактора ПИК с уран-молибденовым сердечником и оболочкой из алюминиевого сплава. Оценены температурные деформации и напряжения, возникающие в твэле при рабочем режиме. Анализ показывает, что возможно отслоение оболочки от сердечника твэла.

## Abstract

We have obtained the temperature distribution over the cross section of the PIK reactor FE's with uranium-molybdenum meat and aluminum alloy cladding. The strains and stresses, which arise in the FE during the working cycle have been estimated. This analysis has shown that there is a possibility of the cladding peeling off the meat.

Препринт № 2524, 18.06.2003 г., англ. текст.

E-mail: [galsams@thd.pnpi.spb.ru](mailto:galsams@thd.pnpi.spb.ru)

# Algorithm for the Real Structure Design of Neutron Supermirrors

*N. K. Pleshanov*

## Аннотация

Влияние неидеальностей структуры нейтронных суперзеркал на их характеристики в настоящее время хорошо известно. Тем не менее, при проектировании суперзеркал используются алгоритмы, основанные на теории отражения от идеальных слоистых структур. В данной работе предложен подход к проектированию суперзеркал на основе моделирования реальных структур (алгоритм MPC) с использованием точных численных методов расчета. Это позволяет учитывать законы роста и отражательные свойства реальной структуры. Алгоритм MPC был сравнен с алгоритмами Гукасова-Рубана-Бедризовой (ГРБ) и Хейтера-Мука (ХМ). Расчеты показали, что (а) алгоритмы ГРБ, ХМ и MPC дают практически одинаковые по отражательной способности суперзеркала при условии одинаковости количества слоев и области отражения  $m$ ; (б) алгоритм MPC оказывается более эффективным для несовершенных структур. На простых моделях показано, что учет шероховатости межслойных границ и взаимной диффузии позволяет строить более эффективные суперзеркала, причем эффективность алгоритма MPC возрастает с ростом  $m$ . Проведены расчеты, демонстрирующие влияние ошибок напыления толщин и поглощения на отражательную способность суперзеркал Ni/Ti.

## Abstract

The effect of imperfections of the structure of neutron supermirrors on their performance is well known. Nevertheless, supermirrors are designed with the algorithms based on the theory of reflection from perfect layered structures. In the present paper an approach is suggested, in which the design of a supermirror is made on the basis of its real structure model (the RSD algorithm) with the use of exact numerical methods. It allows taking the growth laws and the reflectance of real structures into account. The RSD algorithm was compared with the Gukasov-Ruban-Bedrizova (GRB) algorithm and the Hayter-Mook (HM) algorithm. Calculations showed that (a) when the parameters of the GRB, HM and RSD algorithms are chosen so that the supermirrors designed for a given reflection range ( $m$ ) have the same number of bilayers, the reflectance of the generated sequences is practically the same; (b) the RSD algorithm turns out to be more efficient for imperfect structures. It is shown with simple models that taking roughness and interdiffusion into account enables more efficient supermirrors to be designed. The efficiency of the RSD algorithm increases with the growth of  $m$ . Calculations have been carried out to demonstrate the effect of fabrication errors and absorption on the reflectance of Ni/Ti supermirrors.

Препринт № 2526, 25.06.2003 г., англ. текст.

E-mail: [pnk@pnpi.spb.ru](mailto:pnk@pnpi.spb.ru)



# Observation of Collinear Three-Body Nuclear Configurations in Disintegrations Induced in Tungsten Nuclei by 1 GeV Protons

*B. L. Gorshkov, A. V. Kravtsov, N. P. Popov,  
V. R. Resnik, N. G. Soboleva, G. E. Solyakin*

## Аннотация

В работе исследуются события расщепления ядер вольфврама протонами с энергией 1 ГэВ с помощью метода (2E, 2V) измерений. Полученные ТКЕ двух коллинеарных дополнительных осколков позволяют определить параметр  $e^2 Z_0^2 / D_3$ , который содержит начальное расстояние  $D_3$  между центрами двух зарегистрированных осколков коллинеарной трехтельной конфигурации в зависимости от относительной массы третьего малоподвижного осколка.

## Abstract

Disintegrations induced in tungsten nuclei by 1 GeV protons were studied with (2E, 2V) measurement technique. Measured TKE values for two collinear fragments were used to determine a parameter  $e^2 Z_0^2 / D_3$ , which contains an initial distance  $D_3$  between the centers of two detected fragments of the collinear three-body configuration as a function of the relative mass of the third slowly moving fragment.

Препринт № 2527, 8.07.2003 г., англ. текст.

E-mail: [kravtsov@rec03.npi.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03.npi.spb.ru)

## Система регистрации для времяпролетного масс-спектрометра

*В. Соловей, Л. Вихарев, М. Колхидашвили,  
В. Марченков, Т. Савельева, Е. Шульгина*

## Аннотация

В данной работе описывается система регистрации спектрального распределения масс, созданная для задач масс-спектрометрии с различными источниками ионизации, включая источник ионизации индуктивно связанной плазмы.

Представлены характеристики детектора на основе микроканальных пластин, быстрого предусилителя, комплекта карт оцифровки спектрального распределения масс и контроллера, выполненного на основе DSP-карты TMS320C6711.

Даны общие сведения о программном обеспечении и представлены реальные спектральные распределения масс.

## Abstract

Paper present the registration system of spectral distribution of ions created for tasks time-of-flight mass spectrometry.

The characteristics of the detector based upon microchannel plates are submitted, fast preamplifier, complete set of cards for waveform digitizing of time-of-flight mass spectrum of the ions and VME controller slot 0 based upon digital signal processor TMS320C6711 are considered.

The general items of information about software are given and the real time of flight spectrum are presented.

Препринт № 2528, 22.07.2003 г.

E-mail: [solovei@npi.spb.ru](mailto:solovei@npi.spb.ru)

# Электрические флуктуации, вызываемые дефектами структуры твердых тел

Б. И. Якубович

## Аннотация

Рассмотрены электрические флуктуации, вызываемые захватом носителей заряда дефектами структуры твердых тел. Учтены различные факторы формирования флуктуации. Вычислен ряд спектров флуктуационных процессов, связанных с дефектами. Получена формула общего вида для спектра флуктуации числа свободных носителей в неметаллах, вызванных захватом носителей дефектами структуры.

## Abstract

There have been considered electric fluctuations causing by capture carriers of the charge by defects of the structure solids. Different factors forming fluctuations have been accounted. There have been calculated some spectra of fluctuational process connected with defects. There have been obtained general form formula for spectrum fluctuations of number free carriers in nonmetals caused by capture carriers defects structure.

Препринт № 2529, 17.07.2003 г.

E-mail: [khavronin@pnpi.spb.ru](mailto:khavronin@pnpi.spb.ru)

## Forward-Angle Differential Cross Sections of $\pi p$ Charge Exchange Scattering in the Momentum Range from 417 to 710 MeV/c

*D. E. Bayadilov, Yu. A. Beloglazov, E. A. Filimonov, M. R. Kan, N. G. Kozlenko, S. P. Kruglov, I. V. Lopatin, D. V. Novinsky, A. K. Rad'kov, V. V. Sumachev*

## Аннотация

Измерены дифференциальные сечения реакции  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  для углов рассеяния, близких к нулю градусов. Эксперимент выполнен на  $\pi$ -мезонном канале синхроциклотрона ПИЯФ в Гатчине при десяти значениях импульса налетающих  $\pi$ -мезонов в диапазоне от 417 до 710 МэВ/с. Измерения выполнены с помощью созданного в ПИЯФ  $\pi^0$ -мезонного спектрометра путем регистрации обоих фотонов от распада  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ . Приведено описание экспериментальной установки, и представлены результаты измерений.

## Abstract

Differential cross sections of reaction  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  are measured for forward scattering angles. The experiment is carried out at the pion channel of the PNPI synchrocyclotron in Gatchina at ten momenta of incident pions in the range from 417 to 710 MeV/c. Measurements were made using the PNPI  $\pi^0$  spectrometer by detecting both photons from the decay  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ . A brief description of the experimental setup is given, and results obtained are presented.

Препринт № 2530, 17.07.2003 г., англ. текст.

E-mail: [lopatin@pnpi.spb.ru](mailto:lopatin@pnpi.spb.ru)

# Организация амплитудно-временных измерений в VME-стандарте в эксперименте по измерению гамма-спектра при бета-распаде

*В. Соловей, М. Колхидашвили, В. Марченков, Т. Савельева, Р. Хафизов*

## Аннотация

В представленной работе описывается система, обеспечивающая двухпараметровые амплитудно-временные измерения и представляющая собой аппаратно-программный комплекс для автоматизации эксперимента по измерению гамма-спектра при бета-распаде нейтрона. Измерительная система полностью выполнена в VME-стандарте с использованием только VME-модулей, входящих в перечень приборной программы ОАЭР ОНИ ПИЯФ РАН, и обеспечивает идентификацию процесса распада нейтрона по трио {e,p,y}, где e – информация в 'e'-электронном плече (время, энергия), p – информация в 'p'-протонном плече (время), где y – информация в 'y'-гамма-плече (время, энергия, номер детектора). Фиксация физических условий и параметров измерения осуществляется на единой для электронного и протонного каналов временной шкале на протяжении всего эксперимента.

## Abstract

The system used for automation of experiment to measure of gamma spectrum in neutron beta decay was described. The system provides 2-fold amplitude-timing measurements and comprises the complete functional installment. Measurement system use only VME-modules, developed under Instrument Program, and provides identification of gamma decay by a trio of {e,p,y}, where e is information in 'e'-measurement channel (timing, energy), where p is information in 'p'- measurement channel (time), where y is information in 'y'-measurement channel (timing, energy, detectors number). All channels (for electron, proton and gamma) use the same global time during all data taking.

Препринт № 2531, 4.08.2003 г.

E-mail: [solovei@pnpi.spb.ru](mailto:solovei@pnpi.spb.ru)

# Мониторирование протонных пучков при измерении полных сечений деления атомных ядер

*В. Г. Вовченко, Л. А. Вайшнене, Ю. А. Гавриков, А. А. Котов, В. И. Мурзин,  
В. В. Поляков, С. И. Труш, О. Я. Федоров, Ю. А. Честнов,  
А. В. Шведчиков, А. И. Щетковский*

## Аннотация

Приведено описание мониторирующей системы, использованной для определения потока протонов через исследуемые мишени в экспериментах по измерению полных сечений деления атомных ядер протонами в диапазоне энергий 200÷1000 МэВ на синхроциклотроне ПИЯФ РАН. Поток протонов при интенсивности пучка около  $10^7$  с<sup>-1</sup> определялся как произведение количества зарегистрированных актов деления атомных ядер калибровочной мишени на нормировочный коэффициент, который измерялся в ходе калибровочной процедуры при интенсивности пучка порядка  $10^5$  с<sup>-1</sup> с помощью телескопа сцинтилляционных счетчиков. В качестве калибровочной мишени был выбран <sup>238</sup>U, имеющий достаточно большое сечение деления, что позволило проводить измерения нормировочного коэффициента с точностью не хуже 3%. Использование одной и той же калибровочной мишени для мониторинга пучка при измерении энергетических зависимостей сечений деления различных ядер практически исключило систематические ошибки. Контроль стабильности монитора осуществлялся посредством регистрации событий упругого *pp*-рассеяния на полиэтиленовой мишени с помощью двухплечевого телескопа сцинтилляционных счетчиков.

## Abstract

The monitor system used for absolute measurement of the number of protons in the experiment on total fission cross section measurement is described. The experiment was performed for 200÷1000 MeV energy range of incident protons at the Petersburg Nuclear Physics Institute synchrocyclotron of the Russian Academy of Sciences. According to the method used, measuring of the number of protons at intensity around  $10^7$  s<sup>-1</sup> was fulfilled by means of counting of the nuclear fission events that take place in the special calibration target. To define the number of protons the value of fission events was multiplied by the calibration coefficient that was determined experimentally as the ratio of the quantity of protons to one of fission events when the proton beam intensity was of the order of  $10^5$  s<sup>-1</sup>. Protons were directly counted with the scintillation counter telescope. Having large fission cross section, <sup>238</sup>U was selected as the calibration target. To get the accuracy of 3%, the calibration procedure usually took about three hours run of the accelerator operation. The calibration target was the same for all fission cross section measurements for different atomic nuclei. This circumstance really allows us to exclude systematic uncertainties in the energy behaviour of the fission cross sections. To verify the monitor stability the events of elastic proton scattering by CH<sub>2</sub> target has been detected also.

Препринт № 2532, 4.08.2003 г.

E-mail: [vovchenk@pnpi.spb.ru](mailto:vovchenk@pnpi.spb.ru)

# Investigation of nuclides of astrophysical interest at mass numbers $A=81, 85$ and $86$

*G. K. Vorobjev, A. Kankainen, J. Äystö, S. A. Eliseev, W. Huang, J. Huikari, A. Jokinen, A. Nieminen, Yu. N. Novikov, H. Penttilä, A. V. Popov, S. Rinta-Antila, H. Schatz, D. M. Seliverstov*

## Аннотация

На установке IGISOL Университета Jyväskylä исследовался распад нуклидов  $^{81}\text{Y}$ ,  $^{85}\text{Nb}$ ,  $^{85}\text{Zr}$ ,  $^{86}\text{Mo}$  и  $^{86}\text{Nb}$ , представляющих интерес для астрофизического  $r$ -процесса. Обнаружено новое изомерное состояние в  $^{85}\text{Nb}$  с  $T_{1/2} = 3.3$  с. Наши данные не подтверждают существования изомерного состояния  $^{86}\text{Nb}$  с  $T_{1/2} = 56$  с, о котором сообщалось ранее. Измеренные значения периодов полураспада основных и изомерных состояний нуклидов на пути  $r$ -процесса находятся в хорошем согласии с известными величинами. Определённые в результате измерений коэффициенты внутренней конверсии изомерного перехода с энергией 190.5 кэВ в  $^{81m}\text{Kr}$  можно объяснить примесью E3 и M4-мультипольностей. Измеренные значения вероятностей ветвей внутреннего распада (внутренней конверсии и гамма-перехода) позволяют определить вероятность захвата электрона основным состоянием  $^{81}\text{Br}$  и скорость инверсного нейтринного захвата. Полученное нами значение  $\log ft$  нейтринного захвата еще более усиливает аргумент в пользу выбора нуклида  $^{81}\text{Br}$  в качестве детектора для регистрации солнечных нейтрино.

## Abstract

The decay properties of exotic nuclides with the mass numbers  $A \approx 80$  close to the  $Z=N$  line, have been investigated. The main attention has been paid to data of an astrophysical importance. The experiment was performed at the Jyväskylä isochronous cyclotron. The beam of  $^{32}\text{S}$  and the targets of  $^{54}\text{Fe}$  and  $^{\text{nat}}\text{Ni}$  were used to produce the nuclides far from the stability line. IGISOL-system was used to separate the reaction products. The clean background conditions for measurements were provided by ELLI-spectrometer, which transports electrons to remote detection area. The decay of nuclides  $^{81}\text{Y}$ ,  $^{81}\text{Sr}$ ,  $^{85}\text{Nb}$ ,  $^{85}\text{Zr}$ ,  $^{86}\text{Mo}$  and  $^{86}\text{Nb}$  has been studied. Most of them are situated at the  $r$ -process path. A new isomeric state with a half-life of 3.3 s has been observed and identified as belonging to  $^{85}\text{Nb}$ . This new isomer should be taken into account in  $r$ -process network calculations. We have not confirmed the existence of isomeric state with a half-life 56 s in nuclide  $^{86}\text{Nb}$ . The measured half-lives for the ground and isomeric states of nuclides at the  $r$ -process path are in agreement with the known values.

The measured ICC values for 190.5 keV isomeric transition in  $^{81m}\text{Kr}$  could be explained by a mixture of E3 and M4-multipolarities. Since this isomeric state is considered as a daughter nuclide in the neutrino capture on  $^{81}\text{Br}$ , the accurately measured rates for internal transition from  $^{81m}\text{Kr}$  have been used for neutrino capture rate estimation. Our result on the  $\log ft$  value for this capture strengthens the conclusion that  $^{81}\text{Br}$  could be considered as a good candidate for solar neutrino flux measurements.

Препринт № 2533, 4.09.2003 г., англ. текст.

# Inverse Kinematics Experiments on Disintegrations of $^{238}\text{U}$ Induced by Protons in Combination with (2E, 2V) Measurements

*L. N. Andronenko, M. N. Andronenko, V. D. Domkin, B. L. Gorshkov,  
A. V. Kravtsov, V. R. Resnik, G. E. Solyakin*

## Аннотации

В связи с публикацией экспериментальных данных о расщеплении ядер  $^{238}\text{U}$  с энергией 1А ГэВ на жидководородной мишени проводится их сравнение с полученными в Гатчине данными о расщеплении в тонкой мишени ядер  $^{238}\text{U}$  прогонами с энергией 1 ГэВ при использовании метода (2E, 2У)-измерений для двух дополнительных осколков. Кроме того, сравниваются изотопические распределения для рубидия ( $Z=37$ ) и цезия ( $Z=55$ ), измеренные в независимом эксперименте.

## Abstract

In connection with recently published experimental data on  $^{238}\text{U}$  disintegrations with energy 1A GeV on a liquid hydrogen target these data are compared with those obtained in Gatchina for  $^{238}\text{U}$  disintegrations induced by 1 GeV protons using (2K, 2V) measurement technique for fragment detection. The inverse kinematics isotopic distributions for rubidium ( $Z=37$ ) and cesium ( $Z=55$ ) are compared also with those measured in direct kinematics.

Препринт № 2534, 16.09.2003 г., англ. текст.

E-mail: [kravtsov@rec03npni.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03npni.spb.ru)

# Holomorphic Currents and Duality in N=1 Supersymmetric Theories

*Andrei Johansen*

## Аннотация

Твистованные суперсимметричные теории, определенные на произведении двух римановых поверхностей, обладают нелокальными голоморфными токами в BRST кохомологии. Голоморфные токи действуют как векторные поля на киральное кольцо. Операторные разложения произведений этих токов инвариантны относительно группы перенормировок с точностью до BRST-точных членов. В контексте электромагнитной дуальности алгебра голоморфных токов изоморфна соответствующей алгебре в дуальной теории. Для токов, ассоциированных с глобальными симметриями, этот изоморфизм следует из условий сшивки аномалий глобальных токов. Изоморфизм между операторными разложениями токов, соответствующих нелинейным преобразованиям киральных суперполей, накладывает нетривиальные условия на преобразования дуальности кирального кольца. В суперсимметричных теориях с калибровочной группой  $SU(N_c)$  и материей в фундаментальном и присоединенном представлениях эти условия согласуются с преобразованием дуальности, предложенным Кутасовым, Швиммером и Сайбсргом.

## Abstract

Twisted supersymmetric theories on a product of two Riemann surfaces possess non-local holomorphic currents in a BRST cohomology. The holomorphic currents act as vector fields on the chiral ring. The OPE's of these currents are invariant under the renormalization group flow up to BRST-exact terms. In the context of electric-magnetic duality, the algebra generated by the holomorphic currents in the electric theory is isomorphic to the one on the magnetic side. For the currents corresponding to global symmetries this isomorphism follows from 't Hooft anomaly matching conditions. The isomorphism between OPE's of the currents corresponding to non-linear transformations of fields of matter imposes non-trivial conditions on the duality map of chiral ring. We consider in detail the  $SU(N_c)$  SQCD with matter in fundamental and adjoint representations, and find agreement with the duality map proposed by Kutasov, Schwimmer and Seiberg.

Препринт № 2535, 13.10.2003 г. англ. текст.

E-mail: [ajchasek@bluecvestha.com](mailto:ajchasek@bluecvestha.com)

E-mail: [galinast@thd.pnpi.spb.ru](mailto:galinast@thd.pnpi.spb.ru)

# **Измерение связывания клетками дрожжей ионов тяжелых металлов на РФ-спектрометре полного отражения**

*Е. М. Коротких, А. В. Суслов, И. Н. Сулова*

## **Abstract**

Nowadays radioactive and heavy metal wastes utilization is becoming more and more important. In this paper the TXRFS method is used for quantitative determination of the ability of microorganisms to bind ions of the heavy metals, e.g., of strontium and cesium.

The results of measurements show that the nature yeast strain could be used for bioremediation of industrial wastes solutions polluted by salts of the heavy metals. These results could be a foundation for developing new technology for the concentration of the heavy metals from the nature and industrial wastes.

## **Аннотация**

Утилизация радиоактивных загрязнений и очистка окружающей среды с повышенным содержанием солей тяжелых металлов становится сейчас все более и более актуальной задачей. В этой работе используется метод TXRFS для количественного определения способности микроорганизмов связывать ионы тяжелых металлов на примере стронция и цезия.

Результаты измерений показывают, что штамм дрожжей, полученный из природного изолята, может быть использован для очистки промышленных стоков, содержащих соли тяжелых металлов. Эти результаты могут быть использованы для развития новой технологии концентрирования тяжелых металлов в природе и из промышленных стоков.

Препринт № 2536, 8.12.2003 г.

E-mail: [savsin@omrb.pnpi.spb.ru](mailto:savsin@omrb.pnpi.spb.ru)



# Facility for Neutron Multiplicity Measurements in Fission

*A. S. Vorobyev, V. N. Dushin, F.-J. Hamsch, V. A. Jakovlev, V. A. Kalinin, I. S. Kraev,  
A. B. Laptev, D. V. Nikolaev, B. F. Petrov, G. A. Petrov, V. I. Petrova, Y. S. Pleva,  
O. A. Shcherbakov, V. I. Shpakov, V. E. Sokolov, T. A. Zavarukhina*

## Аннотация

Приведены описания экспериментальной установки для измерения множественности нейтронов деления и процедуры обработки данных, а также первые результаты анализа полученных данных для  $^{252}\text{Cf}$ . С помощью описываемой установки для конкретного акта деления одновременно с числом нейтронов, испущенных каждым из комплиментарных осколков, могли быть зарегистрированы кинетические энергии лёгкого и тяжелого осколков. Предложенная процедура обработки данных позволяет восстанавливать как распределения осколков по массе и кинетической энергии до испускания нейтронов, так и сами истинные распределения множественности нейтронов.

## Abstract

The description of an experimental set-up for neutron multiplicity measurements and its specific data processing procedures are presented together with some results for  $^{252}\text{Cf}(\text{sf})$ . With this experimental set-up the light and heavy fission fragment kinetic energies for every fission event can be registered simultaneously with the number of prompt neutrons emitted by each of the complementary fission fragments. The proposed data processing makes it possible to perform the reconstruction of pre-neutron fission fragment masses and kinetic energies as well as the initial neutron multiplicity distribution.  
PACS: 25.85.Ca, 27.90.+b, 21.10.Gv, 29.40.Mc

Препринт № 2537, 4.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [alexander.vorobyev@npfi.spb.ru](mailto:alexander.vorobyev@npfi.spb.ru)

# Nuclear Fission Identification in Disintegrations of Heavy and Medium-Heavy Nuclei

*L. N. Andronenko, M. N. Andronenko, V. D. Domkin, B. L. Gorshkov,  
A. V. Kravtsov, Yu. T. Mironov, V. R. Resnik, G. E. Solyakin*

## Аннотация

Проведено детальное сравнение сечений образования ядерных фрагментов в экспериментах с прямой и обратной кинематикой. Для разделения событий ядерного деления и сателлитных процессов предложено использовать в экспериментах с прямой кинематикой метод (2E,2V) измерений вместо метода (2E) измерений.

## Abstract

Detailed comparison of the nuclear fragments formation cross sections measured in experiments with direct and inverse kinematics is carried out. In order to distinguish the fission reaction from satellite processes in direct kinematics experiments it is proposed to use the (2E,2V) measurement method instead of the (2E) one.

Препринт № 2538, 4.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru)

# НЕЙТРОН-ДИФРАКЦИОННЫЕ И СИНХРОТРОННЫЕ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНОГО И СТРУКТУРНОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ В КВАЗИДВУМЕРНОМ КВАНТОВОМ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ $\text{Eu}_2\text{CuO}_4$

*С. В. Гаврилов, В. П. Плахтий, А. Б. Стратилатов, С. Н. Барило*

## Аннотация

Выполнен симметричный анализ возможных типов упорядочения спинов ( $S = 1/2$ )  $\text{Cu}^{2+}$  в квазидвумерных квантовых магнетиках  $\text{R}_2\text{CuO}_4$  со структурой типа Т. Реализующиеся в них две спиновые структуры описываются неприводимыми представлениями  $\tau_3$  ( $\text{Eu}_2\text{CuO}_4$ ) и  $\tau_5$  ( $\text{Pr}_2\text{CuO}_4$ ) группы волнового вектора  $\{K_{13}\}$ , причем в упорядочение вовлечены два луча звезды. Путем охлаждения в магнитном поле из тетрагональной фазы в ромбическую получен кристалл  $\text{Eu}_2\text{CuO}_4$  без структурных двойников. Проведенные в нем нейтрон-дифракционные исследования позволили определить существующую модификацию спиновой структуры и ее поведения в магнитном поле вследствие нарушения ( $\sim 10^{-4}$  мэВ) компенсации обменного взаимодействия между плоскостями  $\text{CuO}_2$ . Методом дифракции синхронного рентгеновского излучения с высоким разрешением показано, что в ромбической фазе существует лишь ближний порядок смещений ионов. При этом в базисной плоскости (**xy**) существуют ограниченные области, в то время как вдоль оси **z** ограничения отсутствуют, и ближний порядок характеризуется длиной корреляции. Оба характерных размера составляют около 1000 Å. Выше температуры перехода существует двумерный ближний порядок с длиной корреляции вдоль **z** порядка параметра ячейки.

## Abstract

It is shown that the symmetry allows two types of the  $\text{Cu}^{2+}$  spin ( $S = 1/2$ ) ordering in the quasi 2-D quantum magnets  $\text{R}_2\text{CuO}_4$  with the T crystal structure. They are described by irreducible representations  $\tau_3$  ( $\text{Eu}_2\text{CuO}_4$ ) and  $\tau_5$  ( $\text{Pr}_2\text{CuO}_4$ ) of the wave vector star  $\{K_{13}\}$  group, with two arms being involved. By means of cooling in magnetic field through the tetragonal-orthorhombic transition a crystal of  $\text{Eu}_2\text{CuO}_4$  without structural twins has been obtained. The neutron diffraction studies that have been carried out on this crystal have established modification of the spin structure as well as its behaviour in magnetic field due to appearance of the interplane exchange interaction ( $\sim 10^{-4}$  meV) caused by the orthorhombic distortions. By means of synchrotron X-ray diffraction of high resolution it is established that two types of short range order of the atomic displacements exists in the orthorhombic phase. There exist finite regions in the basal plane **xy**, while the along **z** axis there are no boundaries, and the short-range order is characterized by a correlation length. Both characteristic dimensions are about  $10^3$  Å down to 20 K. There are quasi 2-D orthorhombic fluctuations in the tetragonal phase with the correlation length of the order of lattice parameter.

Препринт № 2539, 22.12.2003 г.

E-mail: [gavrilov@npni.spb.ru](mailto:gavrilov@npni.spb.ru)

# ISOSCALING OF SPALLATION PRODUCTS FROM $p(1 \text{ GeV})+A$ INTERACTIONS

*M. N. Andronenko, L. N. Andronenko, W. Neubert*

## Аннотация

В работе анализируются экспериментальные данные, содержащие изотопически разрешенные продукты глубоко неупругих расщеплений ядер от Fe до Cs под действием протонов с энергией 1 ГэВ. Найдено, что отношения выходов изотопов, классифицированных по разности числа нейтронов, согласуются с соотношениями, полученными в приближении большого канонического ансамбля. Для рассмотренных данных продемонстрирована независимость ядерных изотопных температур от массы ядра-мишени. Предложен обобщенный изотопический скейлинг, учитывающий различные нуклонные составы расщепляющихся ядер. Обсуждаются модифицированные параметры изоскейлинга и их физический смысл.

## Abstract

An analysis of experimental data consisting of isotopically resolved spallation products from 1 GeV proton-nucleus interactions with targets from Fe to Cs is presented. It was found that the yield ratios of isotopes classified by the difference of the neutron numbers are compatible with relations derived in the grand canonical approach. The independence of isotopic temperatures on the target mass was demonstrated for spallation products. An 'unified' isoscaling is proposed which takes into account different nucleonic compositions of the emitting sources. Modified isoscaling parameters are proposed and their physical meaning is discussed.

Препринт № 2540, 26.12.2003 г., англ. текст.

E-mail:

# ISOSCALING IN LOW- ENERGY BINARY FISSION

*M. N. Andronenko, L. N. Andronenko, W. Neubert*

## Аннотация

В работе рассматриваются основные свойства изотопического скейлинга, наблюдаемого в реакциях низкоэнергетического деления ядер. На основе анализа файла данных ENDF-349 впервые демонстрируется зависимость параметров изоскейлинга от  $N/Z$  делящихся ядер. Предложено модифицированное выражение для изоскейлинга, позволяющее проводить сравнительное изучение характеристик делящихся систем произвольного нуклонного состава.

## Abstract

Basic properties of isoscaling, observed in low-energy fission processes, are considered. At the first time, the dependence of the isoscaling parameters on  $N/Z$  of the fissioning nuclei is demonstrated by an analysis exploring the data file ENDF-349. A modified relation for isoscaling is proposed which allows comparative studies of special features in fissioning systems with arbitrary nucleonic compositions.

Препринт № 2541, 26.12.2003 г., англ. текст.

E-mail:

# MEASUREMENTS OF THE TOTAL AND DIFFERENTIAL CROSS SECTIONS OF THE REACTION $\pi^- p \rightarrow \eta n$ USING THE POLYETHYLENE TARGET AND THE CRYSTAL BALL DETECTOR

*N. G. Kozlenko, V. V. Abaev, V. S. Bekrenev, S. P. Kruglov,  
A. A. Kulbardis, I. V. Lopatin, A. B. Starostin, B. Draper,  
S. Hayden, J. Huddleston, D. Isenhower, C. Robinson,  
M. Sadler, C. Allgower, R. Cadman, H. Spinka, J. Comfort,  
K. Craig, A. Ramirez, T. Kycia (deceased), M. Clajus,  
A. Marusic, S. McDonald, B. M. K. Nefkens  
N. Phaisangittisakul, S. Prakhov, J. W. Price, W. B. Tippens,  
J. Peterson, W. D. Briscoe, A. Shafi, I. Strakovsky,  
H. Staudenmaier, D. M. Manley, J. Olmsted, D. Peaslee,  
N. Knecht, G. Lolos, Z. Papandreou, I. Supek, I. Slaus,  
A. Gibson, D. Grosnic, D. D. Koetke, R. Manweiler,  
S. Stanislaus (Crystal Ball Collaboration)*

## Аннотация

Представлены результаты измерения полных и дифференциальных сечений реакции  $\pi^- p \rightarrow \eta n$ , полученные в 2002 г. коллаборацией «Crystal Ball». Эксперимент был выполнен с использованием детектора «Crystal Ball» на полиэтиленовой ( $\text{CH}_2$ ) мишени; чтобы исключить вклад рассеяния на ядрах углерода, содержащихся в полиэтиленовой мишени, при каждом импульсе проводились дополнительные измерения на углеродной (C) мишени, и результат получался разностным методом. Результаты по полным сечениям сравниваются с измерениями, выполненными ранее на жидководородной мишени с использованием этого же детектора, а также с данными других экспериментов.

## Abstract

Data on the total and differential cross sections of the reaction  $\pi^- p \rightarrow \eta n$ , obtained in 2002 by the Crystal Ball Collaboration, are presented. The experiment was carried out using a polyethylene target ( $\text{CH}_2 - \text{C}$  subtraction method) and the Crystal Ball detector at the AGS accelerator of Brookhaven National Laboratory. The results on the total cross sections are compared with measurements on the liquid hydrogen target using the same detector and also with other experiments.

Препринт № 2542, 22.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [lopatin@hnpi.spb.ru](mailto:lopatin@hnpi.spb.ru)  
[kozlenko@pnpi.spb.ru](mailto:kozlenko@pnpi.spb.ru)

# Double-peak Specific Heat Feature in Frustrated Antiferromagnetic Clusters

A. V. Syromyatnikov, S. V. Maleyev

## Аннотация

Исследуется природа двухпиковой структуры теплоемкости кагоме кластеров. При помощи численной диагонализации подробно рассматриваются свойства кластера, содержащего 12 спинов. Предложены простые модели, делающие понятной причину появления низкотемпературного пика при  $T_l < \Delta$  (где  $\Delta$  — величина спиновой щели) в случае этого кластера, а также кластеров большего размера, изученных ранее. Показано, что быстрый рост плотности состояний над щелью приводит к возникновению этого пика. Благодаря этим моделям удастся понять причину слабой зависимости от поля низкотемпературного пика. Рассмотрены также спиновая восприимчивость и энтропия. Обсуждаются случаи других фрустрированных систем.

## Abstract

We study the nature of the double-peak specific heat structure in kagome clusters. That containing 12 spins is considered thoroughly by numerical diagonalization. Simple models are proposed revealing the low- $T$  peak nature at  $T_l < \Delta$  ( $\Delta$  is the spin gap) in this case and in those of larger clusters studied so far. We show that the rapid increase in density of states just above the spin gap gives rise to this peak. These models establish the reason for the weak magnetic field sensitivity of the low- $T$  peak. Spin susceptibility and entropy are also considered. Our discussion could be appropriate for other frustrated antiferromagnetic systems too.

Препринт № 2543, 16.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [syromyat@thdnpni.spb.ru](mailto:syromyat@thdnpni.spb.ru)

# ON CRUEL MISTAKES IN THE CALCULATION OF MULTI-LOOP SUPERSTRING AMPLITUDES, THE AMBIGUITY OF THE MODULAR INTEGRAL AND THE INTEGRATION OVER THE MODULE SPACE

*G. S. Danilov*

## АННОТАЦИЯ

Показана ошибочность широко распространенных представлений и выявлены фундаментальные ошибки при вычислении многопетлевых амплитуд в теории суперструн. Даны правильные вычисления. Показано, что в работах Verlinde изначально содержится кардинальная ошибка в процедуре фиксации калибровки. Указанная ошибка присутствует в последующих работах, в том числе, в недавних. Прояснена модулярная симметрия многопетлевых суперструнных амплитуд, при этом показана ошибочность предыдущих гипотез. Показано, что интеграл Березина по бозонным и фермионным модулям содержит неопределенность по отношению к нерасщепленным преобразованиям, т. е. преобразованиям, примешивающим фермионные переменные к бозонным. В частности, из-за сингулярностей по модулярным переменным в каждой спиновой структуре интеграл может сходиться или расходиться в зависимости от используемых переменных. Таким образом, вопреки наивным ожиданиям, многопетлевые амплитуды содержат неопределенность. Тем не менее, указанная неопределенность полностью устраняется требованием сохранения локальных симметрий амплитуды. В схеме Verlinde это требование, в частности, включает условие независимости амплитуды от поля гравитино. На практике устранение неопределенности в указанной схеме достигается переходом к суперковариантной калибровке. Как было аргументировано ранее, полученные амплитуды свободны от расходимостей.

## Abstract

Widely spread cruel misconceptions and mistakes in the calculation of multi-loop superstring amplitudes are exposed. Correct calculations are given. It is shown that the cardinal mistake in the gauge fixing procedure presents ab ovo in the Verlinde papers. The mistake was reproduced in following proposals including the recent papers. The modular symmetry of the multi-loop superstring amplitudes is clarified, an incorrectness of previous conjectures being shown. It is shown that the Berezin-type integral versus boson and fermion moduli is doubtful under non-split transformations mixing fermion integration variables to the boson integration ones. In particular, due to singularities in moduli of the given spin structure, the integral can be finite or divergent dependently on the integration variables employed. Hence, unlike naive expectations, the multi-loop superstring amplitude is ambiguous. Nevertheless, the ambiguity is totally resolved by the requirement to preserve local symmetries of the superstring amplitude. In the Verlinde world-sheet description it includes, among other things, the requirement that the amplitude is independent of the gravitino field locations. In action the resolution of the ambiguity in the Verlinde scheme is achieved by going to the supercovariant gauge. As it has been argued earlier, the resulted arbitrary-loop amplitudes are finite.

Препринт № 2544, 16.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [danilov@thd.pnhi.spb.ru](mailto:danilov@thd.pnhi.spb.ru)



## Possible Way to Improve the DEDM Experiment

*V. V. Voronin, V. V. Fedorov, E. G. Lapin, S. Yu. Semenikhin*

### Аннотация

В работе рассматривается вариант увеличения чувствительности кристалл-дифракционного метода [1] к ЭДМ нейтрона. Обсуждается новая схема эксперимента, которая, в случае использования кристаллов класса BSO, может позволить поднять чувствительность примерно на порядок, в сравнении с используемым сейчас кристаллом кварца, и достичь величины  $\sim 10^{-26}$  е-см за сутки измерений. Приводятся результаты предварительного экспериментального анализа данной методики.

### Abstract

The possible way to improve the sensitivity of the crystal diffraction method of the neutron EDM search [1] is discussed. New experimental technique is considered. The technique can improve the method up to a level  $\sim 10^{-26}$  e-cm per day for the case of BSO crystal. The preliminary experimental investigation of the new scheme of experiment for the quartz crystal is presented.

Препринт № 2545, 16.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [fedorov@mail.pnpi.spb.ru](mailto:fedorov@mail.pnpi.spb.ru)

## Экспериментальная установка для прецизионных исследований угловых и энергетических распределений быстрых нейтронов деления

*Г. В. Вальский, А. М. Гагарский, И. С. Гусева,  
В. И. Жеребчевский, Т. А. Заварухина, Г. А. Петров,  
В. И. Петрова, Ю. С. Плева, В. Е. Соколов*

### Аннотация

Описывается экспериментальная установка, предназначенная для прецизионных измерений угловых и энергетических распределений быстрых нейтронов, сопровождающих деление тяжелых ядер тепловыми нейтронами. В состав установки входят сборка из 16-ти быстрых проволочных пропорциональных счетчиков (MWPC), двух фотоумножителей с кристаллами стильбена или пластических сцинтилляторов и система сбора и обработки физической информации. Узкоколлимированный пучок тепловых нейтронов получен с применением специально созданного нейтронотода, установленного на радиальном канале реактора ВВР-М ПИЯФ РАН. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 02-02-17051.

### Abstract

Experimental installation for the precise measurements of angular and energy distributions of fast neutrons from the heavy nucleus fission induced by the thermal neutrons is described.

The experimental installation consists of 16 MWPCs, two photomultipliers with stilben or plastic scintillators and data acquisition system. Well collimated thermal neutron beam was prepared by specially constructed neutron guide with supermirrors. The neutron guide is placed at the horizontal neutron channel of the WWR-M reactor of PNPI of RAS.

Препринт № 2546, 22.12.2003 г.

E-mail: [guseva@pnpi.spb.ru](mailto:guseva@pnpi.spb.ru)

# ON THE POSSIBILITY OF DETECTING SOLAR PP-NEUTRINO WITH THE LARGE VOLUME LIQUID ORGANIC SCINTILLATOR DETECTOR

*A. V. Derbin, O. Yu. Smirnov. O. A. Zaimidoroга*

## Аннотация

Рассматривается жидкоорганический сцинтилляционный детектор большого объема, имеющий энергетическое разрешение 10 кэВ при энергии 200 кэВ. Показано, что данный детектор будет чувствителен к солнечным pp-нейтрино, если сцинтиллятор будет очищен от радиоактивных примесей до уровня, необходимого для регистрации  ${}^7\text{Be}$ -нейтрино в экспериментах Борексино и Камланд.

## Abstract

It is shown that a large volume liquid organic scintillator detector with an energy resolution of 10 keV at 200 keV ( $1\sigma$ ) will be sensitive to solar *pp*-neutrino, if operated at the target radiopurity levels for the Borexino detector, or the solar neutrino project of KamLAND.

Препринт № 2547, 30.12.2003 г., англ. текст.

E-mail: [derbin@pnpi.spb.ru](mailto:derbin@pnpi.spb.ru)