

## **Массы и зарядовые радиусы ядер в цепочке изобар с $A=48$**

*В. И. Исаков, Ю. Н. Новиков*

### **Аннотация**

На основе самосогласованных расчетов и в рамках концепции изобарической симметрии определяются энергии связи и среднеквадратичные зарядовые радиусы в цепочке изобар с  $A=48$ .

## **Masses and Charge Radii of Nuclei in the Chain of $A=48$ Isobars**

*V. I. Isakov, Yu. N. Novikov*

### **Abstract**

Binding energies of the  $A=48$  isobars and their charge radii are defined on the basis of self-consistent calculations and using the concept of isobarical symmetry.

Препринт № 2592, 14.01.2005 г., англ. текст  
E-mail: [visakov@thd.pnpi.spb.ru](mailto:visakov@thd.pnpi.spb.ru)

## **Программное обеспечение для управления газовыми системами экспериментов STAR и PHENIX**

*П. А. Кравцов*

### **Аннотация**

Рассматривается комплекс программного обеспечения для управления газовыми системами детекторов TEC/TRD, DC/PC, MuID и MuTr в эксперименте PHENIX, детектора TPC в эксперименте STAR и тестовой газовой системы детектора ATLAS CSC. Несмотря на отличия газовых систем, применение объектной многозадачной модели позволило создать программный комплекс, ориентированный на абстрактную газовую систему, который легко адаптируется к любой из вышеперечисленных систем.

## **Data Acquisition and Control Software of the STAR and PHENIX Gas Systems**

*P. Kravtsov*

### **Abstract**

The DAQ and control software for the gas systems of TEC/TRD, DC/PC, MuID and MuTr detectors in PHENIX experiment, TPC detector in STAR experiment and test gas system of ATLAS CSC detector is described. In spite of gas systems difference, using of the object oriented model and multitasking environment make it possible to build a software package oriented to an abstract gas system. This software is easily adjusted for every mentioned gas system.

Препринт № 2593, 19.01.2005 г., англ. текст  
E-mail: [pkravt@mail.ru](mailto:pkravt@mail.ru)

# Система газообеспечения мюонного трекового детектора в эксперименте PHENIX

*Л. М. Коченда, П. А. Кравцов, Р. П. Пизани<sup>1</sup>,  
Г. В. Третьяков<sup>2</sup>, В. А. Трофимов*

<sup>1</sup> *Brookhaven National Laboratory, USA*

<sup>2</sup> *ФГУП СКТБ «Биофизприбор»*

## Аннотация

Описано устройство и основные принципы работы рециркуляционной системы газообеспечения детектора MuTr в эксперименте PHENIX [1]. Система обеспечивает детектор газовой смесью ( $\text{Ar} + 30\%\text{CO}_2 + 20\%\text{CF}_4$ ) и стабилизирует давление в детекторе. Автоматизированная система контроля и съёма данных защищает детектор в случае аварийных ситуаций, накапливает информацию с датчиков температуры, анализаторов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

## PHENIX Muon Tracking Detector Gas System

*L. Kotchenda, P. Kravtsov, R. Pisani, G. Tretiakov, V. Trofimov*

## Abstract

The Muon Tracking Detector gas system was designed and fabricated to supply  $\text{Ar} + 30\%\text{CO}_2 + 20\%\text{CF}_4$  mixture to the PHENIX [1] Muon Tracking (MuTr) chambers at a controlled pressure. This system can regulate the flow rate of the mixture while monitoring mixture temperature, pressure, and  $\text{CO}_2$ , oxygen and moisture content. A computer data acquisition system collects and logs the gas system operating parameters while providing a means of remotely controlling system solenoid valves and flow.

Препринт № 2594, 19.01. 2005 г., англ. текст

E-mail: [pkravt@mail.ru](mailto:pkravt@mail.ru)

## **Диссимметрия магнитных кристаллов и ее следствия**

***А. В. Ковалев***

### **Аннотация**

Рассмотрен специфический случай нарушения принципа  $T$ -инвариантности, который, по-видимому, реализуется при магнитных фазовых переходах. Возможность однозначного определения направления вектора спонтанной намагниченности позволяет предложить общую физическую модель наведенной магнитной анизотропии, примером которой является и результат термомагнитной обработки. Удобными объектами для проверки этой модели оказались анизотропные пленки железокобальтового сплава толщиной 2–3 мкм. Приводятся некоторые экспериментальные данные, которые подтверждают целесообразность более интенсивных исследований в этом направлении.

## **Dissymmetry of Magnetic Crystals and its Consequences**

***A. V. Kovalev***

### **Abstract**

The specific case of  $T$ -invariance violation is considered, which is, apparently, realized at magnetic phase transitions. The opportunity of unequivocal definition for the spontaneous magnetization direction allows us to offer the common physical model for the induced magnetic anisotropy which example is also the thermomagnetic effect. Co-Fe anisotropic films 2 – 3  $\mu$  thick appeared to be convenient objects for testing this model. Some experimental data, which confirm expediency of more intensive researches in this direction, are presented.

Препринт № 2595, 31.01.2005 г.

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

# **О связи флуктуационных и деградационных процессов в неметаллах**

***Б. И. Якубович***

## **Аннотация**

Проанализированы флуктуации в неметаллах, вызванные дефектами структуры, и дано их количественное описание. Рассматривались флуктуации числа носителей заряда в образце, захваченных ловушками, связанные с флуктуациями заполнения ловушек и деградационными процессами. Вычислены в весьма общем виде корреляционная функция и спектр деградационного процесса. Получена формула, связывающая спектр флуктуаций числа носителей со спектром флуктуации заполнения ловушки и спектром деградационного процесса. Вычислены выражения общего вида для спектров рассматриваемых флуктуаций, вызванных однозарядными и многозарядными ловушками. Установлена связь спектральной плотности флуктуации с количеством и скоростью образования дефектов.

## **Connection Fluctuation and Degradation Processes in Nonmetals**

***B. I. Yakubovich***

## **Abstract**

There have been analysed fluctuations in nonmetals, caused by structure defects and has been given their quantity description. There have been considered fluctuations of number carriers charge in a sample captured by traps connected with fluctuations filling in traps and degradation processes. There have been calculated in general form correlation function and a spectrum of degradation process. There has been obtained formula connecting spectrum fluctuations number carriers with spectrum fluctuations filling in trap and spectrum of degradation process. There have been calculated general form expressions for spectra considering fluctuations caused by one-charge and multi-charge traps. There has been determined spectral density fluctuations connection with quantity and velocity of forming defects.

Препринт № 2596, 4.02.2005 г.  
E-mail: [khavronin@npni.spb.ru](mailto:khavronin@npni.spb.ru)

# Исследование старения фотодетекторов для торцевого электромагнитного калориметра в эксперименте CMS

*Ю. И. Гусев, В. Н. Лукьянов, Г. А. Мамаева, Ф. В. Мороз,  
Д. М. Селиверстов, Д. О. Якорев*

## Аннотация

Старение вакуумных фототриодов (ВФТ) ФЭУ-188, используемых на Большом Адронном Коллайдере (БАК) в качестве основных фотодетектирующих элементов в торцевом электромагнитном калориметре Компактного Мюонного Соленоида, исследовано при освещении фотокатода ВФТ светозэмиссионными диодами до величины аккумулированного анодного заряда  $Q=350$  мК, соответствующего одному году работы приборов при значении псевдобыстроты  $\eta=2,4$  и светимости  $L=10^{34}$  см<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>. Для серии фототриодов измерены потери амплитуды анодного сигнала и изменение шумового фактора приборов, характеризующие эффект старения. Наличие насыщения величины анодной чувствительности фотодетекторов при значении аккумулированного анодного заряда более 100 мК и слабая зависимость шумового фактора от этого заряда свидетельствуют о возможности стабильной работы детекторов в течение всего цикла экспериментов на БАК при максимальной светимости. Измерения анодной чувствительности ВФТ при различных уровнях освещения, превышающих нормальный режим работы приборов в условиях БАК до 100 раз, показали существенную зависимость эффекта старения приборов от уровня светового потока.

## Ageing of the Photodetectors for the CMS Endcap Electromagnetic Calorimeter

*Yu. I. Gusev, V. N. Lukianov\*, G. A. Mamaeva\*, F. V. Moroz,  
D. M. Seliverstov, D. O. Yakorev*

*\* Central Research Institute Electron, 194233, St. Petersburg, Russia*

## Abstract

Ageing of the vacuum phototriodes (VPT) FEU-188 used as the basic photoreadout elements of the Compact Muon Solenoid (CMS) Endcap Electromagnetic Calorimeter (ECAL) has been investigated under illumination of the VPTs by Light Emission Diodes (LED) up to accumulated anode charge of 350 mC corresponding to 1 year of VPT operation at the pseudorapidity value  $\eta=2.4$  for the LHC luminosity  $L=10^{34}$  cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. The loss of the VPT signal amplitude and the behaviour of the excess noise factor were measured under illumination for a set of VPTs. The achievement of the VPT anode response plateau over 100 mC of anode accumulated charge and the weak dependence of the excess noise factor upon this charge give an evidence for the stable VPT operation during full cycle of the LHC performance at maximum luminosity. Measurements of the VPT anode response loss have been done under different rates of illumination exceeded real conditions of the VPT operation at LHC environment up to 100 times showed the essential dependence of the VPT accelerated ageing effect on the illumination rate.

Препринт № 2597, 3.02.2005 г., англ. текст  
E-mail: [gusev@mail.pnpi.spb.ru](mailto:gusev@mail.pnpi.spb.ru)

# Сечения ядро-ядерных реакций в глауберовском подходе для легких экзотических ядер

*Г. Д. Алхазов, А. А. Лободенко*

## Аннотация

Вычислены интегральные сечения реакций  $\sigma_r$  в случае взаимодействия экзотических ядер  ${}^6\text{He}$  и  ${}^{11}\text{Li}$  с ядрами  ${}^{12}\text{C}$  при энергии  $\sim 0,8$  ГэВ/нуклон. Проведено сопоставление сечений, рассчитанных по точной формуле Глаубера и по формулам оптического предела, приближения жесткой мишени и приближения нескольких тел. Рассмотрено влияние структуры исследуемых ядер на величину рассчитываемого сечения  $\sigma_r$ . На основании экспериментальных данных по сечениям взаимодействия экзотических ядер с ядрами  ${}^{12}\text{C}$  сделана оценка величины среднеквадратичных радиусов ядер  ${}^6\text{He}$  и  ${}^{11}\text{Li}$ .

## Nucleus-Nucleus Reaction Cross Sections in the Glauber Approach for Light Exotic Nuclei

*G. D. Alkhazov, A. A. Lobodenko*

## Abstract

The integral reaction cross sections  $\sigma_r$  have been calculated for interaction of the  ${}^6\text{He}$  and  ${}^{11}\text{Li}$  nuclei with the  ${}^{12}\text{C}$  nuclei at the energy of  $\sim 0.8$  GeV/nucleon. The cross sections calculated by the exact Glauber formula are compared with those calculated using the formulas of the optical limit, rigid target and few body approximations. The influence of the structure of the studied nuclei on the value of the calculated cross sections has been considered. The root-mean-square radii of the  ${}^6\text{He}$  and  ${}^{11}\text{Li}$  nuclei have been estimated on the basis of the data on the interaction cross sections of the considered nuclei with the  ${}^{12}\text{C}$  nuclei.

Препринт № 2598, 11.02.2005 г.

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

**Базовые аппаратные средства для обеспечения интегральных  
и времяпролетных методик измерения в экспериментальных  
исследованиях конденсированного состояния сред  
с применением нейтронов**

*В. А. Соловей, Т. В. Савельева, Л. В. Вихарев, М. Р. Колхидашвили,  
Г. И. Куликова, В. В. Марченков, Е. В. Николаев*

**Аннотация**

В работе представлен функциональный состав и описаны технические возможности устройств, целевым образом разработанных для оснащения измерительными средствами экспериментальных установок, используемых в исследованиях в области физики твердого тела с применением нейтронов.

**Based Instrument Devices for Integral and Time-Of-Flight Methods  
of Measure in Experimental Researches of Condensate State  
of Material With Exploitation of Neutrons**

*V. Solovej, T. Savel'eva, L. Vikharev, M. Kolkhidashvili,  
G. Kylikova V. Marchenkov, E. Nikolaev*

**Abstract**

In work the functional structure is submitted and technical opportunities of devices of the experimental installations intended for equipment used for research in the field of solid state physics with application of neutrons are described.

Препринт № 2599, 17.02.2005 г.

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

# **О сравнительной реакционной способности фуллеренов C<sub>60</sub> и C<sub>70</sub> в системе диметилформамид – гидразин-гидрат**

*П. Н. Москалев, В. П. Седов, А. И. Сибилев*

## **Аннотация**

Исследована сравнительная реакционная способность фуллеренов C<sub>60</sub> и C<sub>70</sub> на примере их поведения в системе N,N-диметилформамид – гидразин-гидрат. Установлено, что фуллерен C<sub>70</sub> имеет более высокую химическую активность, чем фуллерен C<sub>60</sub>. Приведены результаты предварительных экспериментов по обогащению экстракта фуллеренов исследуемым методом.

## **About comparative reactivity ability the fullerenes C<sub>60</sub> and C<sub>70</sub> in the system N,N-dimethylformamide-hydrazine-hydrate**

*P. N. Moskalev, V. P. Sedov, A. I. Sibilev*

## **Abstract**

The comparative study of the reactivity ability of the fullerenes C<sub>60</sub> and C<sub>70</sub> on an example of their behaviour in the system N,N-dimethylformamide – hydrazine-hydrate is performed. It is found, that the fullerene C<sub>70</sub> has the higher chemical activity, than the fullerene C<sub>60</sub>. The results of the preliminary experiments on enrichment of an extract of the fullerenes by a researched method are given.

Препринт № 2600, 16.03.2005 г.

E-mail: [sedov@gtm.ru](mailto:sedov@gtm.ru)

# Вопросы гамма-контроля качества сложной металлобетонной защиты

*Н. Д. Щиголев, О. М. Голубев\**

\* *ОАО Конструкторское бюро специального машиностроения*

## Аннотация

При разработке особопрочных контейнеров для транспортировки и длительного хранения отработанного ядерного топлива в качестве их защитной стенки была выбрана сложная многослойная металлобетонная конструкция в виде трех стальных соосных цилиндров с бетонным армированным заполнителем между ними.

После промышленного изготовления контейнеров, а также после их динамических прочностных испытаний осуществляется гамма-контроль качества радиационной защиты этих изделий на специально разработанном стенде.

Работа посвящена методическим вопросам оценки результатов такого контроля.

Анализ данных для ~ 80 контейнеров различного типа подтвердил применимость и надёжность выбранного метода контроля.

## Topics on Gamma-Ray Control of the Compound Metal and Concrete Protection Quality

*N. D. Shchigolev, O. M. Golubev*

### Abstract

A complex multilayer metal and concrete structure in the form of three stainless steel coaxial cylinders with reinforced concrete filling between them was used during development as a containment wall of extrafirm casks for the spent nuclear fuel shipment and durable storage.

Radiation protection ability of the wares is monitored on a specially developed  $\gamma$ -control test bench upon their manufacture and dynamic strength assay.

The work is devoted to methodical matters of this control results evaluation.

Applicability and reliability of the chosen control technique have been confirmed by the picked data analysis for ~ 80 casks of sundry species.

Препринт № 2601, 15.04.2005 г.

E-mail: [shchigolev@pik.pnpi.nw.ru](mailto:shchigolev@pik.pnpi.nw.ru)

# Моделирование реакций перезарядки ( ${}^3\text{He}$ , ${}^3\text{H}$ ), ( ${}^3\text{H}$ , ${}^3\text{He}$ ) с учетом возбуждения $\Delta$ -изобары

*Л. В. Краснов\*, А. В. Чемезов*

\* Санкт-Петербургский государственный университет

## Аннотация

В работе выполнены расчеты по каскадной модели процессов перезарядки ядер  ${}^3\text{He}$ ,  ${}^3\text{H}$  на ядерных мишенях при импульсах 1–4 ГэВ/(с-нуклон) с учетом рождения  $\Delta$ -изобары. Исследовано влияние различных каналов взаимодействия  $\Delta$ -изобары с нуклонами ядра на результаты расчетов. Показано, что учет процесса безмезонного распада изобары необходим при согласовании результатов расчета с экспериментальными данными

## Modelling of Charge-Exchange Reactions ( ${}^3\text{He}$ , ${}^3\text{H}$ ), ( ${}^3\text{H}$ , ${}^3\text{He}$ ) in View of Excitation of the $\Delta$ -Isobar

*A. V. Chemezov, L. V. Krasnov*

## Abstract

In work calculations on cascade model of charge-exchange processes nucleus  ${}^3\text{He}$ ,  ${}^3\text{H}$  on nuclear targets are executed at pulses 1–4 GeV/(c-nucleon) in view of birth of an  $\Delta$ -isobar. Influence of various channels of interaction of an  $\Delta$ -isobar with nucleons of a nucleus on results of calculations is investigated. It is shown, that the account of process non-meson disintegration of an isobar is necessary at the coordination of results of calculation with experimental data.

Препринт 2602, 2.03.2005 г.

E-mail: [chemezov@mail.ru](mailto:chemezov@mail.ru)

# Времяпролетный спектрометр неупругого рассеяния нейтронов

*А. В. Лепехин, В. Т. Лебедев,  
В. А. Трунов, Г. Ф. Сырых<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова, Москва*

## Аннотация

Представлены концепция зонного времяпролетного спектрометра для высокопоточного реактора и результаты моделирования параметров прибора в режиме комбинированного измерения частотного спектра для нескольких исходных линий вместе с анализом формы линий возбуждений, а также в классическом режиме работы.

## Time-of-Flight Spectrometer for Neutron Inelastic Scattering

*A. V. Lepikhin, V. T. Lebedev, V. A. Trunov, G. F. Syryh*

## Abstract

A concept of zone time-of-flight spectrometer for high flux reactor and the results of instrument parameters modeling are presented for combined regime of measurement of frequency spectrum with analysis of line shapes of excitations and also in classical regime of measurements.

Препринт 2603, 9.03.2005 г.  
E-mail: [vlebedev@npi.spb.ru](mailto:vlebedev@npi.spb.ru)

# **Малоугловой дифрактометр поляризованных нейтронов «Мембрана» для высокопоточного реактора**

***А. В. Лепехин, В. Т. Лебедев,  
В. А. Трунов, Д. Торок<sup>1</sup>, В. М. Лебедев***

<sup>1</sup> *Институт физики твердого тела и оптики АН Венгрии*

## **Аннотация**

Концепция дифрактометра «Мембрана» (ПИЯФ РАН) нового поколения для реактора высокого потока на базе современных нейтронных детекторов и поляризационной техники включает расширение возможностей за счет метода 3D-SANS, применение компактного нейтронного спин-эхо в режиме измерения малоугловой дифракции и квазиупругого рассеяния [1], основанные на результатах по монохроматизации нейтронов с помощью пространственного спинового резонанса [2], и методы регуляризации в обработке данных, развитые в кооперации с Институтом кристаллографии РАН [3]. При создании нового прибора максимально используются Фурье-методы измерения рассеяния для увеличения светосилы экспериментов относительно традиционных методов, что дает дополнительные возможности для изучения новых наноскопических систем (фуллеренов, их производных, катализаторов, биологических структур, радиационных дефектов, функциональных материалов).

## **Small-Angle Diffractometer «Membrane» for High Flux Reactor**

***A. V. Lepikhin, V. T. Lebedev, V. A. Trunov, D. Torok, V. M. Lebedev***

### **Abstract**

A new development of small-angle diffractometer «Membrane» for high flux reactor is designed at PNPI and supplied with modern polarized techniques for 3D-polarization analysis and hybrid option for the measurement of quasielastic scattering in SANS-regime that is based on compact version of neutron spin echo [1]. The basic principles of magnetic monochromator, detector system and the method for data analysis were designed with the Institute of Crystallography of RAS [2, 3]. The SANS-machine belongs to a new generation of instruments for the analysis of structure and dynamics using Fourier methods to provide high luminosity in experiments on condensed matter.

Препринт № 2604, 9.03.2005 г.  
E-mail: [vlebedev@pnpi.spb.ru](mailto:vlebedev@pnpi.spb.ru)

# Измерение гамма-спектра активной зоны реактора на кристалл-дифракционном гамма-спектрометре ГСК-2М

**В. Л. Алексеев**, *В. Л. Румянцев, В. В. Федоров*

## Аннотация

На  $\gamma$ -спектрометре ГСК-2М впервые в мире проведены измерения  $\gamma$ -спектра активной зоны реактора с помощью фокусирующего кристалл-дифракционного гамма-спектрометра. Измерения проводились в диапазоне энергий 95–600 кэВ. Энергетическое разрешение (FWHM) в указанном диапазоне энергий изменялось от 8 до 730 эВ (в первом порядке отражения). Измеренный спектр содержит около 300 хорошо разрешенных  $\gamma$ -линий, значительная часть из которых соответствует  $\gamma$ -переходам в спектрах распада нейтроноизбыточных ядер, образующихся при делении урана под действием нейтронов. Обращает на себя внимание тот факт, что многие интенсивные  $\gamma$ -пики представляют собой хорошо разрешенные в наших измерениях группы близко расположенных  $\gamma$ -линий, в большинстве случаев принадлежащих разным нуклидам. Показано, что измерения  $\gamma$ -спектра активной зоны реактора могут быть использованы для контроля как элементного и изотопного состава ядерного топлива, так и процесса выжигания долгоживущих радиоактивных отходов при ядерной трансмутации.

## Measurements of the Reactor Core $\gamma$ -Spectrum with a Curved Crystal $\gamma$ -Spectrometer GSK-2M

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

## Abstract

Measurements of the reactor core  $\gamma$ -spectrum were carried out with a curved crystal  $\gamma$ -spectrometer for the first time in the world. The widths of instrument lines (FWHM) in the energy range 95–610 keV are 8–730 eV (for the first order of reflection). The measured  $\gamma$ -spectrum includes about 300  $\gamma$ -lines. The greater part of observed  $\gamma$ -lines pertains to decay spectra of neutron-rich nuclei. The main feature of the gamma-spectrum is that many intense  $\gamma$ -peaks are close groups (well resolved in these measurements) of lines of different nuclei. It is shown, that the Cauchois curved crystal  $\gamma$ -spectrometer with a very high energy resolution can be used for in-pile control of the isotopic and elemental structure of nuclear fuel (or fission nuclides in nuclear waste products of transmutation).

Препринт № 2605, 28.03.2005 г.

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

# Анализ $\pi^+\pi^-\pi^0$ рождения в двухфотонных столкновениях на LEP

*В. А. Щегельский, А. В. Саранцев, А. В. Анисович, М. П. Левченко*

## Аннотация

Изучается реакция  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$  с квазиреальными фотонами с полной интегральной светимостью  $663 \text{ pb}^{-1}$ , данные получены с помощью детектора L3 LEP при энергиях ц.м.с. от 183 ГэВ до 209 ГэВ. Представлены результаты энергозависимого парциально-волнового анализа в области масс  $1,1 \leq M(\pi^+\pi^-\pi^0) \leq 2,2 \text{ ГэВ}$ . Реакция доминантно определяется рождением  $a_2(1320)$ . Также присутствует сильный сигнал, совместимый с первым радиальным возбуждением изовекторного тензорного состояния,  $a_2(1700)$ , который подтверждает предыдущие наблюдения L3. Его двухфотонная парциальная ширина определена,  $\Gamma_{\gamma\gamma} Br(3\pi) = 0,37_{-0,08}^{+0,12} \text{ кэВ}$ , и отношение брэнчингов  $\rho(770)\pi$  к  $f_2(1270)\pi$  равно  $3,4 \pm 0,4$ . Для всех наблюдаемых состояний измерены произведения  $\gamma\gamma$  парциальных ширин и  $3\pi$  брэнчингов.

## Analysis of $\pi^+\pi^-\pi^0$ Production in Two-Photon Collisions at LEP

*V. A. Schegelsky, A. V. Sarantsev, A. V. Anisovich, M. P. Levchenko*

## Abstract

The reaction  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$  with quasy real photons is studied with a total integrated luminosity of  $663 \text{ pb}^{-1}$ , collected by the L3 detector at LEP, at the center-of-mass energies from 183 to 209 GeV. The results of an energy dependent partial wave analysis in the mass region  $1.1 \leq M(\pi^+\pi^-\pi^0) \leq 2.2 \text{ GeV}$  are presented. The reaction is dominated by the  $a_2(1320)$  formation. A strong signal consistent with the first radial excitation of the isovector tensor state,  $a_2(1700)$ , is also present and confirms the previous L3 observation. Its two-photon partial width is found to be  $\Gamma_{\gamma\gamma} Br(3\pi) = 0.37_{-0.08}^{+0.12} \text{ keV}$  and the relative branching ratio of  $\rho(770)\pi$  to  $f_2(1270)\pi$  is  $3.4 \pm 0.4$ . For all observed states the product of the  $\gamma\gamma$  partial width and  $3\pi$  branching ratios are measured.

Препринт № 2606, 28.03.2005 г., англ. текст  
E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

# $K_s^0 K_s^0$ -конечное состояние в двухфотонных столкновениях и $SU(3)$ -тензорный нонет

*V. A. Щегельский, А. В. Саранцев, В. А. Никонов, А. В. Анисович, М. П. Левченко*

## Аннотация

Изучается  $K_s^0 K_s^0$ -конечное состояние в  $\gamma\gamma$ -столкновениях на L3 детекторе LEP с использованием операторов орбитального момента. В массовом спектре доминируют тензорные мезоны, определены их двухфотонные парциальные ширины. Сигнал при 1700–1800 МэВ является новым тензорным состоянием  $f_2(1750)$  с массой  $M = (1755 \pm 10)$  МэВ и шириной  $\Gamma = (67 \pm 12)$  МэВ. Все рассматриваемые тензорные резонансы подчиняются  $SU(3)$ -соотношениям, и  $f_2(1750)$ -состояние образует второй тензорный нонет вместе с  $f_2(1560)$  и  $a_2(1700)$ . В  $SU(3)$ -анализе имеющиеся данные позволяют определить углы смешивания между нестранной и странной компонентами изоскалярных членов тензорного нонета с хорошей точностью.

## The $K_s^0 K_s^0$ Final State in Two-Photon Collisions and $SU(3)$ Tensor Nonets

*V. A. Schegelsky, A. V. Sarantsev, V. A. Nikonov, A. V. Anisovich, M. P. Levchenko*

## Abstract

The  $K_s^0 K_s^0$  final state in two-photon collisions is studied with the L3 detector at LEP, using orbital angular momentum operators. The mass spectrum is dominated by the formation of tensor mesons, their two-photon partial width are determined. The signal at 1700–1800 MeV is found to be new tensor state  $f_2(1750)$  with the mass  $M = (1755 \pm 10)$  MeV and the width  $\Gamma = (67 \pm 12)$  MeV. All observed tensor resonances obey to  $SU(3)$  relations and the  $f_2(1750)$  state forms the second tensor nonet together with  $f_2(1560)$  and  $a_2(1700)$ . In the  $SU(3)$  analysis the present data allows to determine mixing angles between nonstrange and strange components of isoscalar members of tensor nonets with good accuracy.

Препринт № 2607, 21.03.2005 г., англ. текст  
E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

# Резонантное поведение $I = 2$ амплитуды в сечении эксклюзивного рождения 4-х пионов в $\gamma\gamma$ столкновениях

*В. А. Щегельский, А. В. Саранцев, В. А. Никонов*

## Аннотация

Представлены результаты парциально-волнового анализа  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  и  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$  данных, полученных с помощью L3 детектора на LEP. Был проделан энергонезависимый анализ, учитывающий два механизма рождения четырех пионов: каскадный распад и рождение двух резонансов. При инвариантных массах  $\gamma\gamma$  ниже 2,5 ГэВ сечение определяется доминантно рождением тензорных и скалярных состояний.  $2^-$ ,  $3^{++}$  и  $4^{++}$  парциальные волны дают много меньший вклад, но важны для описания данных и показывают явную резонансную структуру. Различие между  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$  сечением, полученным непосредственно из парциально-волнового анализа и предсказанным (на основе предположения  $I = 0$ ) из фита  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  реакции, показывает резонантное поведение, что может являться указанием на состояние с изоспином 2.

## The Resonant Contribution of $I = 2$ Amplitude into the Cross Section of Exclusive 4 Pions Production in $\gamma\gamma$ Collisions

*V. A. Schegelsky, A. V. Sarantsev, V. A. Nikonov*

## Abstract

The results of the PWA analysis of the  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  and  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$  data collected by the L3 detector at LEP are presented. The energy independent analysis has been performed taking into account two mechanisms for four pion production: the cascade decay and two resonances production. At  $\gamma\gamma$  invariant masses below 2.5 GeV the cross section is dominated by production of tensor and scalar states. The  $2^-$ ,  $3^{++}$  and  $4^{++}$  partial waves are much smaller but are important to describe the data and reveal a clear resonance structure. The difference between  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$  cross section obtained directly from PWA and predicted (on the basis of  $I = 0$  assumption) from the fit of  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  reaction shows a resonant behavior which can be an indication of isospin 2 states.

Препринт № 2608, 28.03.2005 г., англ. текст

E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

# **Ядерно-физические методы изучения структуры и состава вещества с использованием ускоренных частиц – разработка и применение для исследования новых материалов, приборов, технологий**

*V. M. Lebedev, V. A. Smolin, B. B. Tokarev*

## **Аннотация**

Представлены аналитические характеристики и возможности ядерно-физических методов анализа для исследования различных материалов. Эти методы включают в себя спектрометрию обратного резерфордовского рассеяния, метод ядерных реакций и рентгеноспектральный анализ с использованием протонов и дейтронов. Приведены основные направления проводимых исследований твердых тел и пленок, а также полученные в последние годы результаты изучения твердых тел, пленок и приборов с использованием электростатического ускорителя ПИЯФ.

## **Nuclear Physics Methods for Studying of Structure and Composition of Substance with the Use of Accelerated Particles – Development and Application for Investigation of New Materials, Devices and Technologies**

*V. M. Lebedev, V. A. Smolin, B. B. Tokarev*

## **Abstract**

Analytical characteristics and possibilities of nuclear physics methods (a Rutherford backscattering spectrometry, a nuclear reaction analysis, a particle induced X-ray emission) for the investigation of different materials are presented. The main directions of investigations of volumes and thin films with these methods are described too. There are the results of investigations on the PNPI electrostatic accelerator.

Препринт № 2609, 30.03.2005 г.

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

## **Зависимость сечений деления ядер от энергии протонных и дейтеронных пучков**

***Ю. А. Аристов, Б. Л. Горшков, Г. Е. Солякин, Р. М. Яковлев\****

*\*Радиевый институт им. В. Г. Хлопина*

### **Аннотация**

В работе рассмотрено возможное влияние на экспериментально измеряемые сечения ядерного деления процессов образования в тяжелых ядрах низколежащих  $\pi$ -мезоатомных состояний. Указаны диапазоны кинетических энергий для протонов и дейтронов, в которых возможно наблюдение пороговых особенностей в энергетической зависимости сечений ядерного деления.

## **Nuclear Fission Cross Section Dependence on Energy of the Proton and Deuteron Beams**

***Yu. A. Aristov, B. L. Gorshkov, G. E. Solyakin, R. M. Yakovlev***

### **Abstract**

Possible influence of deeply bound  $\pi$ -mesoatomic state formation in heavy nuclei on nuclear fission process is discussed. Ranges of kinetic energies of protons and deuterons are determined for observations of threshold effects in energy dependence of fission cross sections.

Препринт № 2610, 28.03.2005 г.

E-mail: [gorshkov@isi.ru](mailto:gorshkov@isi.ru)

# Криогенная циркуляционная система сверхвысокой очистки водорода для эксперимента MuCAP

*Б. М. Безымянных, А. А. Васильев, М. Е. Взнуздаев, В. А. Ганжа, П. А. Кравцов,  
В. А. Трофимов, Г. Н. Шапкин*

## Аннотация

В работе дано техническое описание криогенной циркуляционной системы очистки водорода для эксперимента по изучению  $\mu$ -захвата на протоне (MuCAP experiment), проводимого в Институте Пауля Шеррера (PSI), Швейцария. Система применяется для непрерывной очистки водорода, заполняющего используемую в эксперименте времяпроекционную камеру (Time Projection Chamber, TPC).

Рассмотрены принцип действия, особенности конструкции, алгоритмы управления установкой. Приведены данные по результатам работы системы в течение сеанса 2004 года.

## Cryogenic Circulation Ultra-High Hydrogen Purification System for MuCAP Experiment

*B. Bezymyannykh, A. Vasilyev, M. Vznuzdaev, V. Ganzha,  
P. Kravtsov, V. Trofimov, G. Shapkin*

## Abstract

Circulating Hydrogen Ultra-High Purification System (CHUPS) for the Time-Projection Chamber (TPC) in the MuCAP experiment (Paul Scherrer Institut, Switzerland) is described. Detailed explanations of design, principles of operation, control algorithms are given. The experimental results of 2004 run in PSI are presented.

Препринт № 2611, 28.03.2005 г.  
E-mail: [marat@pnpi.spb.ru](mailto:marat@pnpi.spb.ru)

# Исследование реакций $\pi p \rightarrow \pi^0 n$ и $\pi p \rightarrow \eta n$ на $\pi$ -мезонном канале синхроциклотрона ПИЯФ с помощью спектрометра нейтральных мезонов

*Д. Е. Баядилов, Ю. А. Белоглазов, Н. Г. Козленко, С. П. Круглов,  
И. В. Лопатин, Д. В. Новинский, А. К. Радьков, В. В. Сумачев, Е. А. Филимонов*

## Аннотация

Спектрометр нейтральных мезонов спроектирован и изготовлен в Лаборатории мезонной физики для изучения реакций  $\pi p \rightarrow \pi^0 n$  и  $\pi p \rightarrow \eta n$  на  $\pi$ -мезонном канале синхроциклотрона ПИЯФ. Спектрометр состоит из двух электромагнитных калориметров полного поглощения (каждый включает в себя 24 кристалла CsI(Na)) для детектирования двух  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0$ -мезона ( $\eta$ -мезона). Представлены конструкция спектрометра и его основные характеристики. Дано описание первых экспериментов, выполненных с использованием спектрометра нейтральных мезонов. В этих экспериментах измерены дифференциальные сечения реакции перезарядки  $\pi p \rightarrow \pi^0 n$  под малыми углами при импульсах налетающих  $\pi$ -мезонов от 417 до 710 МэВ/с, а также дифференциальные сечения процесса рождения  $\eta$ -мезона  $\pi p \rightarrow \eta n$  во всем диапазоне углов при импульсе 710 МэВ/с.

## Study of reactions $\pi p \rightarrow \pi^0 n$ and $\pi p \rightarrow \eta n$ at the pion channel of the PNPI synchrocyclotron using the spectrometer of neutral mesons

*D. E. Bayadilov, Yu. A. Beloglazov, N. G. Kozlenko, S. P. Kruglov, I. V. Lopatin,  
D. V. Novinsky, A. K. Radkov, V. V. Sumachev, E. A. Filimonov*

## Abstract

The spectrometer of neutral mesons was designed and created at the Meson Physics Laboratory for studying reactions  $\pi p \rightarrow \pi^0 n$  and  $\pi p \rightarrow \eta n$  at the pion channel of the PNPI synchrocyclotron. The spectrometer consists of two electromagnetic total absorption calorimeters (each assembled of 24 CsI(Na) crystals) for detecting two  $\gamma$ -quanta from the decay of  $\pi^0$  meson (or  $\eta$  meson). A construction of the spectrometer and its main characteristics are given. First experiments carried out using the spectrometer of neutral mesons are described. Measured in these experiments are differential cross sections of the charge exchange reaction  $\pi p \rightarrow \pi^0 n$  for small angles at momenta of the incident pions from 417 to 710 MeV/c as well as differential cross sections of the  $\eta$ -production process  $\pi p \rightarrow \eta n$  in the whole angular range at the momentum of 710 MeV/c.

Препринт № 2612, 22.04.2005 г.  
E-mail: [lopatin@pnpi.spb.ru](mailto:lopatin@pnpi.spb.ru)

# Использование метода кристаллизации для получения чистых фуллеренов $C_{60}$ и $C_{70}$

*В. П. Седов*

## Аннотация

Исследована возможность применения метода кристаллизации для получения чистых фуллеренов  $C_{60}$  и  $C_{70}$  из насыщенных растворов в о-ксилоле при низких температурах. Рекомендовано использовать метод кристаллизации при  $-24^{\circ}\text{C}$  для получения чистого фуллерена  $C_{60}$  из препаратов, содержащих 98,6–99,4 %  $C_{60}$ . Показано, что метод кристаллизации является основным в технологии получения чистого фуллерена  $C_{70}$ . Экспериментально определены растворимости концентратов фуллеренов в о-ксилоле при  $85^{\circ}\text{C}$  в зависимости от их состава.

## Application of Crystallization Method to the Preparation of Pure Fullerenes $C_{60}$ and $C_{70}$

*V. P. Sedov*

### Abstract

The possibility of application of a selective crystallization method to the preparation of pure fullerenes  $C_{60}$  and  $C_{70}$  from the saturated solutions in o-xylene is studied. It is recommended to use crystallization at  $-24^{\circ}\text{C}$  for preparation of pure (99,5 %+) fullerene  $C_{60}$  from mixtures containing 98,6–99,4 %  $C_{60}$ . It is shown, that the method of crystallization can be used as a basic step in the technology of the purification of the fullerene  $C_{70}$ . It is observed that solubility of  $C_{60}/C_{70}$  mixtures in o-xylene depends on  $C_{60}/C_{70}$  content ratio. The solubilities of the  $C_{60}/C_{70}$  fullerenes in o-xylene are experimentally determined at  $85^{\circ}\text{C}$  depending on their relative content.

Препринт № 2613, 2.06.2005 г.

E-mail: [sedov@gtm.ru](mailto:sedov@gtm.ru)

## Поляризация в квазиупругом (p,2p)-рассеянии на ядре ${}^4\text{He}$ при энергии 1 ГэВ

**О. В. Миклухо, Г. М. Амальский, В. А. Андреев, С. Л. Белостоцкий, Д. О. Веретенников,  
Ю. В. Елкин, А. А. Жданов, А. А. Изотов, А. Ю. Киселев, Л. М. Коченда,  
М. П. Левченко, Т. Норо<sup>1)</sup>, А. Н. Прокофьев, Д. А. Прокофьев, Х. Сакагучи<sup>1)</sup>,  
В. А. Трофимов, С. И. Труш, О. Я. Федоров, К. Хатанака<sup>1)</sup>, А. В. Шведчиков**

<sup>1)</sup> *Исследовательский Центр ядерной физики, Осака, Япония*

### Аннотация

Измерена поляризация вторичных протонов от реакции (p,2p) на ядре  ${}^4\text{He}$  при энергии протонного пучка 1 ГэВ в кинематически полном эксперименте. Два вторичных протона регистрировались на совпадение при несимметричных углах рассеяния  $\Theta_1 = 18^\circ \div 24,21^\circ$ ,  $\Theta_2 = 53,22^\circ$  с помощью двухплечевого магнитного спектрометра в широкой области импульсов ядра-остатка  $K_B$  от 0 до 150 МэВ/с. В фокальной зоне каждого спектрометра располагался поляриметр на пропорциональных камерах.

Обнаружено, что измеренные поляризации обоих вторичных протонов меньше поляризации в свободном упругом протон-протонном рассеянии. Величина этого отличия определяется скорее величиной средней энергии связи ядерного S-протона, чем значением средней эффективной ядерной плотности ядра.

Представлены также результаты измерения поляризации в инклюзивном квазиупругом рассеянии и упругом рассеянии протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах  ${}^4\text{He}$  в угловом интервале  $\Theta_1 = 18^\circ \div 24,21^\circ$ .

## Polarization in Quasielastic (p,2p) Scattering from ${}^4\text{He}$ Nucleus at 1 GeV

**O. V. Miklukho, G. M. Amalsky, V. A. Andreev, S. L. Belostotski, Yu. V. Elkin,  
O. Ya. Fedorov, K. Hatanaka<sup>1)</sup>, A. A. Izotov, A. Yu. Kisselev, L. M. Kochenda,  
M. P. Levchenko, T. Noro<sup>1)</sup>, A. N. Prokofiev, D. A. Prokofiev, H. Sakaguchi<sup>1)</sup>,  
A. V. Shvedchikov, V. A. Trofimov, S. I. Trush, D. O. Veretennikov, A. A. Zhdanov**

<sup>1)</sup> *Research Center for Nuclear Physics, Osaka, Japan*

### Abstract

The polarization of the secondary protons from the (p,2p) reaction on  ${}^4\text{He}$  nucleus at 1 GeV of the initial proton energy was measured in a kinematically complete experiment. Two final protons from the reaction were detected in coincidence by means of a two-arm magnetic spectrometer at non-symmetric scattering angles  $\Theta_1 = 18^\circ \div 24.21^\circ$ ,  $\Theta_2 = 53.22^\circ$  in a wide range of the residual nucleus momenta  $K_B$  from 0 to 150 MeV/c. Both spectrometer arms were equipped with multiwire proportional chamber polarimeters.

Reduction of the measured polarization of both secondary protons in comparison with the polarization in the free elastic proton-proton scattering was observed. A value of the reduction is rather determined by the average binding energy of the S-shell protons than by the effective nuclear density of the nucleus.

The results of polarization measurements in the inclusive quasielastic scattering and elastic scattering of the 1 GeV protons on  ${}^4\text{He}$  nuclei at scattering angles  $\Theta_1 = 18^\circ \div 24.21^\circ$  are also presented.

Препринт № 2614, 27.04.2005 г., англ. текст  
E-mail: [miklukho@npi.spb.ru](mailto:miklukho@npi.spb.ru)

## Усовершенствования в программе GTOL

*С. Л. Сахаров*

### Аннотация

Обнаружено, что программа GTOL (Национальный центр ядерных данных, БНЛ США), широко используемая для вычисления энергий уровней, дает неверный результат для очевидного случая целочисленных значений энергий переходов, в то время как программа KGTOL2 (Центр данных ПИЯФ РАН), использующая двойную точность, дает правильный результат. Использование двойной точности в программе GTOL также приводит к правильному результату. Для удобства в программу GTOL добавлены вычисление  $\chi^2$  для каждого размещенного перехода, общий  $\chi^2$  и нормированный  $\chi^2$ , а также ряд других характеристик схемы.

## Refinements of Computer Code GTOL

*S. L. Sakharov*

### Abstract

Computer code GTOL (National Nuclear Data Center, BNL USA) widely used for calculation of level energies is found to produce wrong result for the evident case of integer values of transition energies, whereas code KGTOL2 (Data Center of PNPI), using double precision, gives the right result. Use of double precision in code GTOL results in the right answer too. Added for convenience in code GTOL are the calculations of  $\chi^2$  for each transition placed, the total  $\chi^2$  and normalized  $\chi^2$  as well as some other characteristics of level scheme.

Препринт № 2615, 17.05.2005 г., англ. текст

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

## **Исследование концентрационных профилей фтора в тонкой проволоке методом ядерных реакций**

***В. М. Лебедев, А. Г. Крившич, А. Н. Татаринцев***

### **Аннотация**

Представлена методика измерений концентрационных профилей фтора в тонких проволоках методом ядерных реакций. Для измерения пространственных и глубинных профилей применяется ядерная реакция  $^{19}\text{F}(\text{p},\alpha)^{16}\text{O}$ . Приведены аналитические характеристики методики (чувствительность, точность, глубина исследуемого слоя, разрешение по глубине). Показаны результаты исследования концентрационных профилей фтора в покрытой золотом вольфрамовой проволоке.

## **Investigation of Concentration Profiles of Fluorine in Thin Wire Using Nuclear Reaction Analysis**

***V. M. Lebedev, A. G. Krivchitch, A. N. Tatarintsev***

### **Abstract**

The measurement method of the fluorine concentration profiles in thin wire by means of Nuclear Reaction Analysis is described. To measure the lateral and depth distributions the  $^{19}\text{F}(\text{p},\alpha)^{16}\text{O}$  nuclear reaction is used. The analytical characteristics of technique (sensitivity, precision, thickness, depth resolution) are described. The results of investigation of the fluorine concentration profiles on the gold-plated tungsten wire are presented.

Препринт № 2616, 20.05.2005 г.

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

# Выбор технологического варианта получения чистого фуллерена C<sub>70</sub>

*Ю. С. Грушко, В. П. Седов*

## Аннотация

Описаны различные способы получения чистого фуллерена C<sub>70</sub>, такие как хроматографическая очистка экстракта фуллеренов и концентрата C<sub>70</sub> на графите и на активированных углях типа «Карбонит», DCL-220, DCL MAGOX, «горячее» концентрирование, «холодное» концентрирование, кристаллизация из насыщенного раствора концентрата фуллерена C<sub>70</sub> в о-ксилоле, отмывка фуллерена C<sub>60</sub> из концентрата фуллерена C<sub>70</sub> селективным растворителем, удаление примесей высших фуллеренов.

Экспериментально определены производительные характеристики каждого из способов, изучены их основные особенности. Определены эффективные способы для удаления примеси фуллерена C<sub>60</sub>, предложены способы, предпочтительные для удаления примеси высших фуллеренов.

## Selection of Technological Variant of Preparation Pure Fullerene C<sub>70</sub>

*Yu. S. Grushko, V. P. Sedov*

## Abstract

The various ways of preparation pure fullerene C<sub>70</sub>, such as chromatographic purification of a mixture of the fullerenes and concentrate of the fullerene C<sub>70</sub> on the graphite and on the activated coals such as "Carbonite", DCL-220, DCL MAGOX, "hot" concentrating, "cold" concentrating, crystallization from the saturated solution of a concentrate of fullerene C<sub>70</sub> in o-xylene, the washing of the fullerene C<sub>60</sub> from a concentrate of the fullerene of C<sub>70</sub> by the selective solvent, removal of the impurity higher fullerenes are described.

The productive characteristics of each of ways are experimentally determined, their basic features are investigated. The effective ways for removal of an impurity of C<sub>60</sub> are determined, the ways preferable to removal of an impurity higher fullerenes are proposed.

Препринт № 2617, 9.06.2005 г.

E-mail: [sedov@gtn.ru](mailto:sedov@gtn.ru)

## Комплексная технология фуллеренов

*Ю. С. Грушко, В. П. Седов, В. А. Шилин*

### Аннотация

Рассмотрена разработанная в ПИЯФ РАН комплексная технология производства фуллеренов, включающая стадии получения фуллерено-содержащей сажи методом электродугового испарения графита в атмосфере гелия, экстрагирования из нее о-ксилолом смеси фуллеренов, последующего предварительного разделения этой смеси на обогащенные фуллеренами  $C_{60}$  и  $C_{70}$  концентраты, очистки этих концентратов от примесей и получения из них фуллерена  $C_{60}$  чистотой лучше, чем 99,5 %, и фуллерена  $C_{70}$  чистотой лучше, чем 98,0 %.

## The Complex Technology of the Fullerenes

*Yu. S. Grushko, V. P. Sedov, V. A. Shilin*

### Abstract

The complex technology of the fullerenes is developed in PNPI RAS, including stages of preparation fullerene containing soot by a method of electroarc evaporation of graphite in an atmosphere helium, extracting by the o-xylene of a mix fullerenes from it, subsequent preliminary division of this mix on enriched concentrates by the fullerenes  $C_{60}$  and  $C_{70}$ , purifying of these concentrates from impurity and preparation from them of the fullerene  $C_{60}$  by purity are better, than 99,5 % and fullerene  $C_{70}$  by purity are better, than 98,0 %.

Препринт № 2618, 09.06.2005 г.

E-mail: [sedov@gti.ru](mailto:sedov@gti.ru)

# Четырехмодовый нейтронный рефлектометр NR-4M

*В. Г. Сыромятников, Н. К. Плешанов, В. М. Пусенков, А. Ф. Щebetов,  
В. А. Ульянов, Я. А. Касман, С. И. Хахалин, М. Р. Колхидашвили,  
В. Н. Слюсарь, А. А. Сумбатян*

## Аннотация

Представлен нейтронный рефлектометр NR-4M с двумя спин-флипперами и анализатором поляризации отраженного пучка. Рефлектометр размещен на горизонтальном тепловом канале № 13 реактора ВВР-М (ПИЯФ). Был сделан и установлен формирователь пучка специальной конструкции. Интенсивность первичного пучка была увеличена в 5 раз. В рефлектометре вследствие создания формирователя пучка реализована возможность измерений в четырех режимах (модах) с: «белым» неполяризованным пучком (I режим), «белым» поляризованным пучком (II режим), монохроматическим неполяризованным пучком (III режим) и монохроматическим поляризованным пучком (IV режим). Эти режимы работы были аттестованы. Выбор режима должен определяться решаемой физической задачей.

Максимальный доступный диапазон по переданному импульсу в рефлектометре  $q = (0,003-0,275) \text{ \AA}^{-1}$ . Для использованной геометрии максимальный интегральный поток на образце равен  $2,6 \cdot 10^5 \text{ н/см}^2 \cdot \text{с}$  (I режим). Разрешение по длине волны во времяпролетных режимах (I и II)  $\Delta\lambda = 0,06 \text{ \AA}$ . В режиме II в рабочем диапазоне длин волн ( $\lambda = 0,88 - 4,7 \text{ \AA}$ ) средняя величина поляризующей эффективности поляризатора составляет 0,99. В монохроматических режимах (III и IV), где использованы двойные многослойные монохроматоры и  $^{58}\text{Ni}$  фильтры, относительные спектральные ширины пиков составили 0,074 и 0,065, соответственно. В режиме IV поляризующая эффективность двойного Co/Ti монохроматора-поляризатора в пике равна 0,99.

Использование двух флипперов и анализатора поляризации дает возможность измерения модулей 4-х элементов матрицы отражения. Это важно для исследования многослойных магнитных структур.

Дано описание управляющей программы.

## Four-Modes Neutron Reflectometer NR-4M

*V. G. Syromyatnikov, N. K. Pleshanov, V. M. Pusenkov, A. F. Schebetov,  
V. A. Ul'yanov, Ya. A. Kasman, S. I. Khakhalin, M. R. Kolkhidashvili,  
V. N. Slyusar, A. A. Sumbatyan*

## Abstract

Neutron reflectometer NR-4M with two flippers and the analyzer of the reflected beam polarization is represented. The reflectometer is installed at a horizontal thermal neutron channel No.13 of the reactor WWR-M (PNPI). A beam former of special design was produced and mounted. The primary beam intensity was increased in 5 times. In reflectometer, due to creation of beam former, the possibility of measurements in four modes with: "white" non-polarized beam (mode I), "white" polarized beam (mode II), monochromatic non-polarized beam (mode III), monochromatic polarized beam (mode IV) were realized. Attestation of the four modes was made. The choice of the mode depends on the physical problem to be solved.

The maximum available range of momentum transfers in reflectometer  $q = (0.003-0.275) \text{ \AA}^{-1}$ . With the used geometry the maximum integral flux at the sample was  $2.6 \cdot 10^5 \text{ sm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (mode I). The resolution on wavelength in the TOF modes (I and II) was found to be  $\Delta\lambda = 0.06 \text{ \AA}$ . In mode II in working range of wavelengths ( $\lambda = 0.88 - 4.7 \text{ \AA}$ ) the mean value of polarizing efficiency of polarizer is 0.99. In monochromatic modes (III and IV), where used double multilayer monochromators and  $^{58}\text{Ni}$  filters, the relative wavelength widths  $\Delta\lambda/\lambda$  were found to be 0.074 and 0.065, respectively. In mode IV the polarizing efficiency of double Co/Ti monochromator-polarizer in peak is 0.99.

The use of two flippers allows four modules of the reflection matrix elements to be measured. This is important for the study of layered magnetic structures.

The computer control program is described.

## SPES4-π: установка для эксклюзивного исследования ядерных реакций

Г. Д. Алхазов, В. В. Асташин, А. Г. Атаманчук, В. Августюнек, Д. Башелье, В. В. Баублис, М. Буавин, Ж.-Л. Бояр, В. В. Вихров, С. С. Волков, Ан. А. Воробьев, К. Гаарде, Р. Гакуньоль, В. Я. Герценштейн, В. Л. Головцов, В. В. Голубев, М. Денуа, Р. Дюз, А. А. Жданов, П. Жупрански, Ж.-К. Журдэн, Ж.-Ф. Клавлен, Б. Г. Комков, А. В. Кравцов, Л. Г. Кудин, Р. Кюнне, П. Курта, Ж. Ларсен, С. Лебон, Л. В. Малинина, А. Марони, Ж.-М. Мартен, Г.-П. Морш, В. А. Мыльников, Е. М. Орищин, М. Остерлунд, В. Пу, А. Н. Прокофьев, П. Радвани, Б. Рамштейн, Б. В. Размыслович, М. Рой-Стефан, В. М. Самсонов, Р. Сковрон, И. Б. Смирнов, Е. А. Строковский, И. И. Ткач, Л. Фари, А. В. Ханзадеев, К. Эллегард, Т. Эннино

### Аннотация

Описана спектрометрическая система SPES4-π, созданная в Национальной Лаборатории САТУРН (Сакле, Франция) для эксклюзивного исследования возбуждения барионных резонансов в реакциях рассеяния α-частиц и поляризованных дейтронов на протонах, а также исследования когерентного рождения π-мезонов в процессах зарядового обмена. Система состояла из магнитного спектрометра SPES4 и двух позиционно-чувствительных широко-апертурных детекторов, установленных вокруг С-образного дипольного магнита и включавших телескопы многопроволочных камер и годоскопы сцинтилляционных счетчиков.

### SPES4-π: Installation for Exclusive Study of Nuclear Reactions

G. D. Alkhazov, V. V. Astashin, A. G. Atamanchuk, W. Augustyniak<sup>1</sup>, D. Bachelier<sup>2</sup>, V. V. Baublis, M. Boivin<sup>3</sup>, J.-L. Boyard<sup>2</sup>, J.-F. Clavelin<sup>2</sup>, P. Courta<sup>2</sup>, M. Denoi<sup>2</sup>, R. Douet<sup>2</sup>, C. Ellegaard<sup>4</sup>, L. Farhi<sup>2</sup>, C. Gaarde<sup>4</sup>, R. Gacougnolle<sup>2</sup>, V. Ya. Gerzenstein, V. L. Golovtsov, V. V. Golubev, T. Hennino<sup>2</sup>, J.-C. Jourdain<sup>2</sup>, A. V. Khanzadeev, B. G. Komkov, A. V. Kravtsov, L. G. Kudin, R. Kunne<sup>2</sup>, J. Larsen<sup>4</sup>, S. Lebon<sup>2</sup>, L. V. Malinina<sup>5\*</sup>, A. Maroni<sup>2</sup>, J.-M. Martin<sup>2</sup>, H.-P. Morsch<sup>3,6</sup>, V. A. Mylnikov, E. M. Orischin, M. Osterlund<sup>7</sup>, V. Poux<sup>2</sup>, A. N. Prokofiev, P. Radvanyi<sup>2</sup>, B. Ramstein<sup>2</sup>, B. V. Razmyslovich, M. Roy-Stephan<sup>2</sup>, V. M. Samsonov, R. Skowron<sup>2</sup>, I. B. Smirnov, E. A. Stokovsky<sup>5</sup>, I. I. Tkach, V. V. Vikhrov, S. S. Volkov, An. A. Vorobyov, A. A. Zhdanov, P. Zupranski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A. Soltan Institute for Nuclear Studies, P1-00681 Warsaw, POLAND.

<sup>2</sup> Institut de Physique Nucléaire Orsay, CNRS/IN2P3, F-91400, Orsay, FRANCE.

<sup>3</sup> Laboratoire National Saturne, CNRS/IN2P3 and CEA/DSM, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, FRANCE.

<sup>4</sup> Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, DK-2100 Copenhagen, DENMARK.

<sup>5</sup> Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, RUSSIA.

<sup>6</sup> Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich, D-52425 Jülich, GERMANY.

<sup>7</sup> Institute of Physics, University of Lund, S-22362 Lund, SWEDEN.

\* Now at Moscow State University, Moscow, RUSSIA.

### Abstract

The paper describes the spectrometric system “SPES4-π” used at the National Laboratory Saturne (CE Saclay, France) for the exclusive study of the baryon resonance excitation in inelastic α and d scattering on the proton, as well as coherent pion production in charge exchange reactions. The system consists of the magnetic spectrometer SPES4 and two wide-aperture position-sensitive detector arrays, equipped with wire chambers and scintillator hodoscopes, installed around a large-gap C-shape dipole magnet.

## **Мониторирование пучков ускоренных частиц двухсекционной ионизационной камерой**

*К. Н. Ермаков, Е. А. Котилов, О. В. Лобанов, А. Ф. Найдёнков,  
В. В. Пашук, М. Г. Тверской*

### **Аннотация**

Рассматривается абсолютный монитор пучка монохроматических протонов промежуточных энергий. В качестве детектора используется двухсекционная ионизационная камера с отличающимися по величине межэлектродными зазорами в каждой секции и с апертурными экранами. Детектор работает на воздухе при нормальном атмосферном давлении. Отличительными особенностями данного монитора являются: отсутствие необходимости его градуировки и возможность проводить измерения в режиме «реального времени». Погрешность измерения в интервале потока протонов  $10^6 \div 5 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$  оценена на уровне 5 %.

## **A Monitoring of Accelerated Particles Beams by Two-Sections Ionization Chamber**

*K. N. Ermakov, E. A. Kotikov, O. V. Lobanov,  
A. F. Naydenkov, V. V. Pashuk, M. G. Tverskoy*

### **Abstract**

The absolute monitor of monochromatic intermediate energy protons beams is discussed. Two-sections ionization chamber with different distances between electrodes in every section and aperture screens for the measured charge is used as the particle detector. The device is operated at air at normal pressure. The discussed monitor doesn't need the calibration. The device allows on-line measurements of intensity. The error of the beam intensity measurement in the interval  $10^6 \div 5 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}$  was estimated as 5 %.

Препринт № 2621, 12.07.2005 г.

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

# Нейтронное спин-эхо на фокусированных и расходящихся пучках

*В. Т. Лебедев, Д. Торок, А. В. Лепехин*

## Аннотация

Развит метод нейтронного спин-эхо на фокусированных (расходящихся) пучках с использованием пленочных флипперов – магнито жестких намагниченных фольг. Выполнены расчеты кривизны фольг, обеспечивающей постоянный интеграл поля по траектории нейтрона в поле прецессии и полную спин-эхо-фокусировку. Вычислены спектральные поправки – эффект обужения спектра нейтронов за счет специальной настройки флипперов.

## Neutron Spin-Echo on Focused and Divergent Beams

*V. T. Lebedev, Gy. Török<sup>1</sup>, A. V. Lepexhin*

<sup>1</sup> *Research Institute for Solid State Physics and Optics, Konkoly-Thege ut. 29–33, Budapest, Hungary*

## Abstract

Neutron Spin-Echo on focused and divergent beams has been developed on the base of solid state flippers being hard-magnetized foils. The optimal curvature of foil-flippers was calculated to get a constant field integral along neutron trajectories in precession field and to provide perfect NSE-focusing for scattered neutrons. We modeled the spectral effect of flippers making original neutron spectrum narrowed.

Препринт № 2622, 7.07.2005 г., англ. текст  
E-mail: [lepalek@npi.spb.ru](mailto:lepalek@npi.spb.ru)

## Разработка способа получения чистого фуллерена C<sub>70</sub>

*В. П. Седов*

## Аннотация

Представлены результаты выделения чистого фуллерена C<sub>70</sub> из смеси, имеющей повышенное содержание высших фуллеренов, комбинированным способом: получение концентрата фуллерена C<sub>70</sub> фракционным концентрированием исходной смеси фуллеренов; промывка полученного концентрата C<sub>70</sub> 1,2,4-трихлорбензолом при выбранном соотношении Ж/Т; хроматографическая очистка концентрата C<sub>70</sub> от примеси высших фуллеренов; ступенчатая кристаллизация очищенного концентрата C<sub>70</sub>. Показано, что таким способом можно получать чистый фуллерен C<sub>70</sub> с количественным выходом.

## Development of a Method of Preparation Pure Fullerene C<sub>70</sub>

*V. P. Sedov*

## Abstract

The results of isolation pure fullerene C<sub>70</sub> from the mix having the increased contents higher fullerenes by combined method are submitted: preparation of a concentrate of fullerene C<sub>70</sub> by fractional concentrating of an initial mix fullerenes; washing of the preparing concentrate C<sub>70</sub> by 1,2,4-trichlorobenzene at the chosen ratio L/S; chromatographic purifying of a concentrate of C<sub>70</sub> from an impurity higher fullerenes; step crystallization of the purifying concentrate C<sub>70</sub>. Is shown, that in such a method it is possible to prepare pure fullerene C<sub>70</sub> with a quantitative yield.

Препринт № 2623, 14.07.2005 г.  
E-mail: [sedov@gtn.ru](mailto:sedov@gtn.ru)

## Прикладные работы на нейтронном пучке реактора ВВР-М (ПИЯФ РАН, Гатчина)

*А. И. Егоров, Р. И. Крутова, Ю. Е. Логинов, С. Э. Малютенкова*

### Аннотация

Описано применение метода  $(n,\gamma)$ -спектроскопии на пучке тепловых нейтронов реактора ВВР-М (ПИЯФ РАН, Гатчина) в прикладных исследованиях элементного и изотопного состава различных объектов – геологические образцы, сплавы, синтетические соединения с произвольной стехиометрией, образцы с измененным, относительно естественного, изотопным составом (В, Sn). Метод предполагает использование образцов сравнения (ОС) – изотопов, чьи характеристики  $\gamma$ -излучения в  $(n,\gamma)$ -реакции известны с достаточной точностью. Посредством данного метода были также определены неизвестные ранее абсолютные интенсивности ряда аналитических  $\gamma$ -линий из  $(n,\gamma)$ -реакции, принадлежащих ядрам  $^{92}\text{Zr}$ ,  $^{119,120}\text{Sn}$ ,  $^{144}\text{Nd}$ ,  $^{178}\text{Hf}$ . Уточнено значение сечения реакции  $^{122}\text{Sn}(n,\gamma)^{123}\text{Sn} = 0,147(6)$  б. Имеющееся в Атласе Нейтронных Сечений (АНС) значение равно  $0,180(20)$  б. Измеренное сечение реакции  $^{124}\text{Sn}(n,\gamma)^{125}\text{Sn}$ , равное  $0,149(5)$  б, отличается от значения из АНС, равного  $0,134(5)$  б, на два стандартных отклонения.

## Applied Investigations at the Neutron Beam of the WWR-M Reactor (PNPI, Gatchina)

*A. I. Egorov, R. I. Krutova, Yu. E. Loginov, S. Eh. Malyutenkova*

### Abstract

The method of in-beam  $\gamma$ -spectroscopy with thermal neutrons was used in the applied investigations consisted in the obtaining of elemental and isotopic content of various objects – geological samples, alloys, synthetic compounds and isotopically changed samples. The method exploit standards – isotopes with well known data from the  $(n,\gamma)$ -reaction – cross sections, absolute  $\gamma$ -intensities. Also this method permitted to obtain some absolute  $\gamma$ -intensities of analytical  $\gamma$ -lines in  $^{92}\text{Zr}$ ,  $^{119,120}\text{Sn}$ ,  $^{144}\text{Nd}$  and  $^{178}\text{Hf}$  resulted from the  $(n,\gamma)$ -reaction. The thermal neutron radiative cross section of the  $^{122}\text{Sn}$  and  $^{124}\text{Sn}$  were measured to be  $0.147(6)$  and  $0.149(5)$  b respectively.

Препринт № 2624, 19.07.2005 г.  
E-mail: [igork@pnpi.spb.ru](mailto:igork@pnpi.spb.ru)

# **Возможное влияние образования высоковозбужденных связанных состояний на ядерные расщепления под действием релятивистских частиц**

*Б. Л. Горшков, А. В. Кравцов, Г. Е. Солякин*

## **Аннотация**

Произведено сравнение кинематики ядерных расщеплений с полной компенсацией импульса налетающей частицы и образования высоковозбужденных связанных мезоатомных состояний в реакциях с малой передачей импульса.

Кинематические условия экспериментального наблюдения  $\pi$ -мезоатомов распространяются на актуальные в настоящее время поиски долгоживущих резонансных ядерных состояний с положительной странностью.

Сходство кинематики в двух неупругих процессах рассматривается в качестве основания для обсуждения возможного влияния образования долгоживущих высоковозбужденных связанных состояний на ядерные расщепления, происходящие под действием релятивистских частиц.

## **Narrow Highly Excited Bound States of the Atomic Nuclei and Their Possible Influence on Nuclear Disintegrations**

*B. L. Gorshkov, A. V. Kravtsov, G. E. Solyakin*

## **Abstract**

Kinematics of complete projectile momentum compensation (CPMC) in nuclear disintegrations is compared with kinematics of the recoil-free deeply bound mesoatomic state formation.

Kinematics conditions for experimental observation of  $\pi$ -mesoatoms are carried over the search for long-lived excited resonance nuclear states with positive strangeness.

Similarity of kinematics of the two inelastic processes is considered to be a result of a possible influence of the long-lived highly excited state formation on nuclear disintegrations induced by relativistic projectiles.

Препринт № 2625, 19.07.2005 г., англ. текст  
E-mail: [gorshkov@lsi.ru](mailto:gorshkov@lsi.ru)

# Поиск кластерного деления ядер $^{238}\text{U}$ и $^{232}\text{Th}$ протонами с энергией 1 ГэВ

*Ю. А. Честнов, А. Г. Крившич, Б. Ю. Соколовский, Е. Г. Новодворский*

## Аннотация

Образование тяжелого дважды магического кластера в тяжелом деформированном атомном ядре приводит к его немедленному выталкиванию из этого ядра, если энергия кластеризации выше кулоновского барьера. Такую реакцию недавно было предложено называть кластерным делением. При анализе результатов измерений, проведенных ранее в ПИЯФ РАН с использованием двухплечевого времяпролетного спектрометра, нами получены экспериментальные свидетельства существования асимметричного деления ядер  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  протонами с энергией 1 ГэВ с наиболее вероятным тяжелым осколком в районе сферического дважды магического кластера  $^{132}\text{Sn}$ . Дифференциальные сечения такой реакции для ядер-мишеней  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  под прямым углом к пучку оценены нами в  $10 \pm 2$  мб/ср и  $6 \pm 2$  мб/ср, соответственно.

## Search of Cluster-Fission of $^{238}\text{U}$ and $^{232}\text{Th}$ by 1 GeV Protons

*Yu. A. Chestnov, A. G. Krivshitch, B. Yu. Sokolovsky, E. G. Novodvorsky*

## Abstract

A heavy double magic cluster-formation within a heavy deformed nucleus results in the immediate expulsion of this cluster, if the clusterization energy is greater than the Coulomb barrier. This reaction was called recently as the cluster-fission. In the processing of the experimental data those were obtained at PNPI RAS with use of the double-arm time-of-flight spectrometer, there are found experimental evidences for the asymmetric fission of  $^{238}\text{U}$  and  $^{232}\text{Th}$ , induced by 1 GeV protons, with the most probable heavy fission fragment in the proximity of the spherical double magic cluster  $^{132}\text{Sn}$ . The differential cross sections of such reaction for  $^{238}\text{U}$  and  $^{232}\text{Th}$  at the right angle to the beam direction are estimated to be  $10 \pm 2$  mb/sr and  $6 \pm 2$  mb/sr, respectively.

Препринт № 2626, 23.08.2005 г.

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

# Энергетическая зависимость полных сечений деления тяжелых ядер протонами в диапазоне энергий 200–1000 МэВ

**А. А. Котов, Л. А. Вайшнене, В. Г. Вовченко, Ю. А. Гавриков,  
А. Ю. Дорошенко\*, В. В. Поляков, М. Г. Тверской, О. Я. Федоров,  
Т. Фукахори\*\*, Ю. А. Честнов, А. В. Шведчиков, А. И. Щетковский**

\* ГНЦ «Физико-энергетический институт», 249020, Обнинск, Калужская обл., пл. Бондаренко, 1, Россия

\*\* Японский институт атомной энергии, Токай-мура, Ибараки 319-1195, Япония

## Аннотация

Измерены полные сечения деления ядер  ${}^{\text{ест}}\text{Pb}$ ,  ${}^{209}\text{Bi}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{233}\text{U}$ ,  ${}^{235}\text{U}$ ,  ${}^{238}\text{U}$ ,  ${}^{237}\text{Np}$  и  ${}^{239}\text{Pu}$  протонами в диапазоне энергий от 200 до 1000 МэВ с шагом 100 МэВ. Эксперименты были выполнены на протонных пучках синхроциклотрона ПИЯФ РАН. Парные осколки двойного деления регистрировались в совпадении плоскопараллельными лавинными счетчиками (ППЛС). Исследуемая тонкая мишень располагалась на близком расстоянии между двумя ППЛС и помещалась непосредственно в пучок протонов, обеспечивая большой телесный угол регистрации совпадающих осколков. Процедура мониторинга протонных пучков включала в себя использование телескопов сцинтилляционных счетчиков как для прямого счета протонов, так и для регистрации событий упругого  $pp$ -рассеяния от мониторной мишени  $(\text{CH}_2)_n$ . Представлены результаты измерения энергетических зависимостей полных сечений деления ядер. Проведено сравнение полученных результатов с другими экспериментальными данными, а также с результатами расчетов, выполненных в рамках каскадно-испарительной модели.

## Fission Cross Section Measurement of Heavy Nuclei Induced by Intermediate Energy Protons in the Energy Range 200–1000 MeV

**A. A. Kotov, L. A. Vaishnene, V. G. Vovchenko, Yu. A. Gavrikov,  
A. Yu. Doroshenko\*, V. V. Poliakov, M. G. Tverskoy, O. Ya. Fedorov,  
T. Fukahory\*\*, Yu. A. Chestnov, A. V. Shvedchikov, A. I. Shchetkovsiy**

\* SSC Institute of Physics and Power Engineering, 249020, Obninsk, Kaluga Region, Bondarenko Sq. 1, Russia

\*\* Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Ibaraki 319-1195, Japan

## Abstract

The results of the total fission cross sections measurements for  ${}^{\text{nat}}\text{Pb}$ ,  ${}^{209}\text{Bi}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{233}\text{U}$ ,  ${}^{235}\text{U}$ ,  ${}^{238}\text{U}$ ,  ${}^{237}\text{Np}$  and  ${}^{239}\text{Pu}$  nuclei at the energy proton range 200–1000 MeV with step 100 MeV are presented. Experiments were carried out at 1 GeV synchrocyclotron of PNPI RAS. The measurement method is based on the registration in coincidence of both complementary fission fragments by two gas parallel plate avalanche counters, located at a short distance and opposite sides of investigated target. The insensitivity of parallel plate avalanche counters allowed us to place the counters together with target between immediately in the proton beam thereby providing a large solid angle acceptance for fission fragment registration and reliable identification of fission events. The proton flux on the target to be studied was determined by direct counting of protons by scintillation telescope and using secondary reaction of elastic proton scattering by  $(\text{CH}_2)_n$  target. Obtained results are compared with other experimental data and calculation results performed in framework of cascade-evaporation model.

Препринт № 2627, 18.08.2005 г.

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

# Статистическая физика неразличимых событий (формализм и примеры применения)

*Г. М. Амальский*

## Аннотация

Предложена альтернативная теория, в которой причиной квантовых эффектов является неразличимость локальных пространственно-временных событий с частицей, принадлежащих к выделяемому прибором множеству возможных событий с фазовым объемом  $h^4$ . Сформулирован математический аппарат, не совпадающий с известным формализмом, но повторяющий все правильные предсказания (стационарное уравнение Шредингера, свойства вероятностных распределений по наблюдаемым величинам, квантование наблюдаемой проекции углового момента и другие). Объяснено движение частицы с отрицательной энергией и получено описывающее его уравнение. Предсказывается возможность наблюдения новых интерференционных эффектов в смешанных состояниях.

## Statistical Physics of Undistinguishable Events (Formalism and Examples of Use)

*G. M. Amalsky*

## Abstract

Here is proposed theory, where quantum effects are caused by indistinguishability of local space-time events with particle in picked by apparatus multitude of possible events with phase volume  $h^4$ . The mathematical apparatus is made, which differs from known formalism but reproduces all right predictions (stationary Schrodinger's equation, properties of probability distributions of observed values, quantization of observed angular moment's projection and others). Here is explained the motion of particle with negative energy and is obtained equation for him description. The possibility of new interference effects in mixed states is predicted.

Препринт № 2628, 18.08.2005 г.

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

# Исследование радиационных дефектов в кристаллическом кварце методом малоуглового рассеяния нейтронов

*В. М. Лебедев, В. Т. Лебедев, С. П. Орлов, Б. З. Певзнер<sup>1</sup>, И. Н. Толстихин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ОАО «Лаборатория свойств стекла», 199053, С.-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии Кольского НЦ РАН, 184209, г. Апатиты Мурманской обл., Россия

## Аннотация

Исследована надатомная структура природных и синтетических кристаллов кварца с плотностями дислокаций  $\rho = 54 \text{ см}^{-2}$  и  $\rho = 570 \text{ см}^{-2}$  в исходном состоянии и после облучения быстрыми нейтронами энергией  $E_n > 0,1 \text{ МэВ}$  в реакторе ВВР-М ПИЯФ РАН в диапазоне флюенсов  $F_n = 0,2 \cdot 10^{17} - 5,0 \cdot 10^{18} \text{ н/см}^2$ . Если слабое облучение ( $F = 2 \cdot 10^{16} \text{ н/см}^2$ ) не вызывает заметных структурных изменений в синтетическом кварце, то при  $F = 7,7 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{18} \text{ н/см}^2$  происходит заметная генерация дефектов с радиусами инерции  $\sim 1-2 \text{ нм}$  и  $\sim 40-50 \text{ нм}$ . По мере увеличения флюенса увеличивается число и объемная доля глобулярных областей – зародышей аморфной фазы, точечных и протяженных (каналы радиусом  $\sim 2 \text{ нм}$ ) дефектов.

## Investigation of Radiation Defects in Crystal Quartz by Neutron Small Angle Scattering

*V. M. Lebedev, V. T. Lebedev, S. P. Orlov, B. Z. Pevzner, I. N. Tolstikhin*

### Abstract

Nanostructures of crystal quartz with dislocation densities of 54 and 570  $\text{cm}^{-2}$  irradiated in WWRM-reactor by fast neutrons (energies  $E_n > 0,1 \text{ MeV}$ ) have been studied by small-angle neutron scattering (wavelength  $\lambda = 0,3 \text{ nm}$ ) for fluencies  $2 \cdot 10^{16} - 5 \cdot 10^{18} \text{ n/cm}^2$ . While the initial low fluence did not cause any sufficient structural changes, the following irradiation up to  $5 \cdot 10^{18} \text{ n/cm}^2$  produced in crystals small- and large-scale defects with gyration radii  $r_g \sim 1-2 \text{ nm}$  and  $R_G \sim 40-50 \text{ nm}$  showing the early stages of nucleation of amorphous phase interior a crystal.

Препринт № 2629, 27.09.2005 г.

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

# Система прецизионного измерения параметров бета-распада нейтрона

*В. А. Соловей, М. Р. Колхидашвили, В. В. Марченков,  
Т. В. Савельева, А. П. Серебров, Ю. П. Руднев*

## Аннотация

В данной работе описывается система, обеспечивающая двухпараметровые амплитудно-временные измерения и представляющая собой аппаратно-программный комплекс для автоматизации эксперимента по измерению параметров бета-распада нейтрона. Измерительная система полностью выполнена в VME-стандарте с использованием только VME-модулей и обеспечивает идентификацию процесса распада нейтрона по {e,p}, где e – информация в 'e'-электронном плече (время, энергия, номер детектора), p – информация в 'p'-протонном 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.

## DAQ System for Precision Measurement Parameters of Neutron Beta-Decay

*V. A. Solovei, M. R. Kolkhidachvili, V. V. Marchenkov,  
T. V. Savel'eva, A. P. Serebrov, Yu. P. Rudnev*

## Abstract

The system used for automation of experiment to measure of parameters 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 and provides identification of neutron decay by a dual of {e,p}, where e is information in 'e'-measurement channel (timing, energy, detectors number), where p is information in 'p'-measurement channel (timing, energy, detectors number). All channels (for electron and proton) use the same global time during all data taking.

Препринт № 2630, 19.09.2005 г.  
E-mail: [solovei@npfi.spb.ru](mailto:solovei@npfi.spb.ru)

## Семейство многоканальных спектрометрических АЦП

*В. В. Иванов, С. Н. Дмитриев*

### Аннотация

В работе представлено семейство из 3 спектрометрических АЦП, разработанных для преобразования и накопления амплитудных спектров в многоканальных измерительных системах с детекторами ионизирующего излучения. В состав семейства входят два 8-канальных 10-разрядных АЦП с анализаторной памятью и 3-канальный 13-разрядный АЦП с анализаторной и буферной памятью. Время преобразования всех АЦП равно 6 мкс. Первые два АЦП (ADC8HM и ADC8HMS) реализованы по схеме с идентичными независимыми каналами, а третий АЦП (ADC3HMT) состоит из ведущего и двух ведомых каналов и ориентирован для работы в многопараметрических системах. Два первых АЦП выполнены в стандарте CAMAC, а третий представляет портативный блок с автономным источником питания и последовательным интерфейсом RS-232.

## The Family of Multi-Channel Spectroscopy ADC

*V. Ivanov, S. Dmitriev*

### Abstract

The present paper describes three pulse-height spectrometry ADCs, which are designed to use in multi-channel radiation detection systems. The first two units – ADC8HM and ADC8HMS presents 8 channels, 10-bit resolution ADC with peak detector input circuit, independent data treatment logic and histogramming memory in each channel. The third ADC – ADC3HMT is designed for pulse-height and time coincidence spectrometry. It consists of two channels with 13-bit resolution and one sampling channel with 12-bit resolution. Coincidence logic is master/slave type, where the first channel is master. Measured data are stored in histogramming and buffer memory banks. ADCs conversion time is 6  $\mu$ s. The first two ADCs are designed as double CAMAC modules and the last is the portable unit with internal power supply and serial interface RS-232.

Препринт № 2631, 7.10.2005 г.

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

## **Изучение магнитных характеристик гомогенных медно-марганцевых сплавов**

***С. Г. Барсов, А. Л. Геталов, В. П. Коптев, С. А. Котов,  
С. М. Микиртычянци, Г. В. Щербаков***

### **Аннотация**

Впервые использован  $\mu$ SR-метод для исследования магнитных характеристик гомогенных сплавов  $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$  с большим содержанием марганца. В образцах с  $0,2 < x < 0,7$  обнаружено возникновение специфической магнитной фазы, характеризующейся, по-видимому, отсутствием дальнего порядка и сильной спиновой динамикой в широком интервале температур вплоть до 10 К. Приведена полная магнитная фазовая диаграмма.

### **Study of the Magnetic Characteristics of the Homogeneous $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$ Alloys by $\mu$ SR-Method (PNPI, Gatchina)**

***S. G. Barsov, A. L. Getalov, V. P. Koptev, S. A. Kotov,  
S. M. Mikirtychyants, G. V. Scherbakov***

### **Abstract**

The muonic method was used to study magnetic characteristics of the homogeneous  $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$  alloys with large concentrations of the manganese. The formation of a new magnetic phase was found in the samples with  $0.2 < x < 0.7$ . The total magnetic phase diagram is presented.

Препринт № 2632, 24.10.2005 г.

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

## Рождение векторных мезонов в реакции $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0$

*В. А. Щегельский*

### Аннотация

Представлен результат феноменологического анализа реакции  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0$ . Данные получены в эксперименте L3 в течение 1997–2000 гг. при энергиях в с.ц.м.  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  ГэВ и интегральной светимостью  $663 \text{ пб}^{-1}$ . Наблюдается обильное рождение  $\omega$ -мезонов, часть которых сопровождается  $\rho$ -мезонами.

## Vector Meson Production in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0$

*V. A. Schegelsky*

### Abstract

Phenomenological analysis of the data on  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0$  reaction is presented. The data are collected with the L3 experiment at LEP at center of mass energies  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  GeV, during the years 1997 to 2000, with an integrated luminosity  $663 \text{ pb}^{-1}$ . Copious production of the  $\omega$  mesons is observed. Only a fraction of  $\omega$  is in a company with the  $\rho$  meson.

Препринт № 2633, 14.12.2005 г., англ. текст  
E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

## Рождение омега-мезона в реакции $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$

*В. А. Щегельский*

### Аннотация

Представлены результаты феноменологического анализа реакции  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$ . Данные получены в эксперименте L3 в течение 1997–2000 гг. при энергиях в с.ц.м.  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  ГэВ и интегральной светимостью  $663 \text{ пб}^{-1}$ . Наблюдается обильное рождение  $\omega$ -мезона. Только незначительная часть их сопровождается вторым  $\omega$ -мезоном.

## Omega Meson Production in the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$

*V. A. Schegelsky*

### Abstract

Phenomenological analysis of the  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$  reaction is presented. The data are collected with the L3 experiment at LEP at center of mass energies  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  GeV, during the years 1997–2000, with an integrated luminosity  $663 \text{ pb}^{-1}$ . Significant production of  $\omega$  mesons is observed. Only a small fraction of  $\omega$  is in a company with the other  $\omega$  meson.

Препринт № 2634, 14.12.2005 г., англ. текст  
E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

# Первое наблюдение реакции $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$

*В. А. Щегельский*

## Аннотация

Впервые исследуется эксклюзивный процесс  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ . Данные получены в эксперименте L3 в течение 1997–2000 гг. при энергиях в с.ц.м.  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  ГэВ и интегральной светимостью  $663 \text{ пб}^{-1}$ . Выполнен феноменологический анализ. Распределение по инвариантной массе шести пионов характеризуется резким ростом с максимумом при 2,5 ГэВ и возможной резонансной структурой при более высоких массах.

## The First Observation of the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$

*V. A. Schegelsky*

## Abstract

For the first time the exclusive reaction  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  is observed. The data are collected by the L3 experiment at LEP at center of mass energies  $183 \leq \sqrt{s} \leq 209$  GeV, during the years 1997–2000, with an integrated luminosity  $663 \text{ pb}^{-1}$ . Phenomenological analysis of the data is presented. The invariant mass of six pion distribution exhibits strong rise, with the maximum at 2.5 GeV and possible resonance structure at high masses.

Препринт № 2635, 14.12.2005 г., англ. текст  
E-mail: [schel3@cern.ch](mailto:schel3@cern.ch)

# **Зеркальное отражение тепловых нейтронов от Gd-содержащих слоев и оптимизация антиотражающего подслоя для поляризующих покрытий**

*Н. К. Плешанов, Б. Г. Песков, В. М. Пусенков,  
В. Г. Сыромятников, А. Ф. Щebetов*

## **Аннотация**

Дан подробный анализ зеркального отражения нейтронов от поглощающей среды. Показано, что резонансная зависимость длины когерентного рассеяния Gd для тепловых нейтронов не является существенным препятствием в создании эффективного антиотражающего подслоя для поляризующих (супер)зеркал. Экспериментальные исследования выявили, что окисление и шероховатость поверхности являются основными факторами, определяющими коэффициент отражения нейтронов от Gd-содержащих слоев. Сделан вывод, что используемый в настоящее время эмпирический подход не гарантирует оптимизацию ни параметров (состава и толщины) подслоя, ни технологического режима. Предложен алгоритм оптимизации подслоя, который учитывает потенциал подложки, зависимость потенциала подслоя от длины волны нейтронов, несовершенства поляризующего покрытия, определяющие отражение нейтронов с нежелательным спином. Оптимизирован антиотражающий подслой TiZrGd для суперзеркал CoFe/TiZr, производимых на магнетронной установке ДИОГЕН (ПИЯФ, Гатчина).

Submitted to Nuclear Instruments and  
Methods in Physics Research Section A

## **Specular Reflection of Thermal Neutrons from Gd-Containing Layers and Optimization of Antireflective Underlayers for Polarizing Coatings**

*N. K. Pleshanov, B. G. Peskov, V. M. Pusenkov,  
V. G. Syromyatnikov, A. F. Schebetov*

## **Abstract**

A detailed analysis of specular neutron reflection from an absorbing medium is given. It is shown that no essential difficulties to create an efficient antireflective underlayer for polarizing (super)mirrors arise from the resonance behavior of the coherent scattering length of Gd for thermal neutrons. The experimental studies revealed that oxidation and roughness of the surface are the main factors that determine the neutron reflectivity of Gd-containing layers. It is concluded that the empirical approach used at present does not guarantee optimization of underlayer parameters (composition and thickness) and technological regimes. An underlayer optimization algorithm is proposed, in which account is taken of the substrate potential, the dependence of the underlayer potential on the neutron wavelength, the polarizing coating imperfections that define reflection of neutrons with the undesired spin. The antireflective TiZrGd underlayer for CoFe/TiZr supermirrors produced at the magnetron facility DIOGEN (PNPI, Gatchina) is optimized.

Препринт № 2637, 31.10.2005 г.

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

# Кварк-антикварковые состояния и их радиационные переходы в технике спектрального интегрального уравнения.

## I. Боттомониумы

*В. В. Анисович, Л. Г. Дахно, М. А. Матвеев, В. А. Никонов, А. В. Саранцев*

### Аннотация

В рамках спектрального интегрального уравнения рассматриваются состояния  $b\bar{b}$  и их радиационные переходы. Мы восстанавливаем  $b\bar{b}$ -взаимодействия на основе данных для состояний боттомония с  $J^{PC} = 0^{-+}, 1^{-+}, 0^{++}, 1^{++}, 2^{++}$ , а также из данных по радиационным переходам  $\Upsilon(3S) \rightarrow \gamma\chi_{bJ}(2P)$  и  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_{bJ}(1P)$  с  $J = 0, 1, 2$ . Вычисляются состояния боттомония с радиальными квантовыми числами  $n \leq 6$ , их волновые функции и соответствующие радиационные переходы. Отношения  $Br[\chi_{bJ}(2P) \rightarrow \gamma\Upsilon(2S)]/Br[\chi_{bJ}(2P) \rightarrow \gamma\Upsilon(1S)]$  для  $J = 0, 1, 2$  найдены в согласии с данными. Мы определяем  $b\bar{b}$ -компоненту фотонной волновой функции из данных по  $e^+e^-$ -аннигиляции,  $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(9460), \Upsilon(10023), \Upsilon(10036), \Upsilon(10580), \Upsilon(10865), \Upsilon(11019)$ , и предсказываем парциальные ширины двухфотонных распадов  $\eta_{b0} \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{b0} \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{b2} \rightarrow \gamma\gamma$  для радиальных возбуждений ниже  $B\bar{B}$ -порога, ( $n \leq 3$ ).

## Quark-Antiquark States and Their Radiative Transitions in Terms of the Spectral Integral Equation.

### I. Bottomonia

*V. V. Anisovich, L. G. Dakhno, M. A. Matveev, V. A. Nikonov, and A. V. Sarantsev*

### Abstract

In the framework of the spectral integral equation, we consider the  $b\bar{b}$  states and their radiative transitions. We reconstruct the  $b\bar{b}$  interaction on the basis of data for the levels of the bottomonium states with  $J^{PC} = 0^{-+}, 1^{-+}, 0^{++}, 1^{++}, 2^{++}$  as well as the data for the radiative transitions  $\Upsilon(3S) \rightarrow \gamma\chi_{bJ}(2P)$  and  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma\chi_{bJ}(1P)$  with  $J = 0, 1, 2$ . We calculate bottomonium levels with the radial quantum numbers  $n \leq 6$ , their wave functions and corresponding radiative transitions. The ratios  $Br[\chi_{bJ}(2P) \rightarrow \gamma\Upsilon(2S)]/Br[\chi_{bJ}(2P) \rightarrow \gamma\Upsilon(1S)]$  for  $J = 0, 1, 2$  are found in the agreement with data. We determine the  $b\bar{b}$  component of the photon wave function using the data for the  $e^+e^-$  annihilation,  $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(9460), \Upsilon(10023), \Upsilon(10036), \Upsilon(10580), \Upsilon(10865), \Upsilon(11019)$ , and predict partial widths of the two-photon decays  $\eta_{b0} \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{b0} \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{b2} \rightarrow \gamma\gamma$  for the radial excitation states below  $B\bar{B}$  threshold ( $n \leq 3$ ).

Препринт № 2638, 14.11.2005 г., англ. текст  
E-mail: [dakhno@thd.pnpi.spb.ru](mailto:dakhno@thd.pnpi.spb.ru)

# Кварк-антикварковые состояния и их радиационные переходы в технике спектрального интегрального уравнения.

## II. Чармонии

*В. В. Анисович, Л. Г. Дахно, М. А. Матвеев, В. А. Никонов, А. В. Саранцев*

### Аннотация

В предыдущей работе авторов (hep-ph/0510410) состояния  $b\bar{b}$  были рассмотрены в технике спектрального интегрального уравнения и одновременно были вычислены радиационные распады рассматриваемых боттомониев. В настоящей работе аналогичное исследование было проделано для состояний чармония ( $c\bar{c}$ ). Мы восстановили взаимодействие в секторе  $c\bar{c}$  на основе данных по уровням чармония с квантовыми числами  $J^{PC} = 0^{-+}, 1^{-+}, 0^{++}, 1^{++}, 2^{++}, 1^{+-}$ , а также радиационные переходы  $\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c0}(1P), \gamma\chi_{c1}(1P), \gamma\chi_{c2}(1P), \gamma\eta_c(1S)$  и  $\chi_{c0}(1P), \chi_{c1}(1P), \chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma J/\psi$ . Уровни  $c\bar{c}$  и их волновые функции вычислены для радиальных возбуждений с  $n \leq 6$ . Мы также определяем  $c\bar{c}$ -компоненту волновой функции фотона из данных по  $e^+e^-$ -аннигиляции:  $e^+e^- \rightarrow J/\psi(3097), \psi(3686), \psi(3770), \psi(4040), \psi(4160), \psi(4415)$  и вычисляем парциальные ширины двухфотонных распадов состояний с  $n = 1$ :  $\eta_{c0}(1S), \chi_{c0}(1P), \chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma\gamma$  и  $n = 2$  состояний:  $\eta_{c0}(2S) \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{c0}(2P), \chi_{c2}(2P) \rightarrow \gamma\gamma$ . Обсуждается статус наблюдаемых недавно состояний  $c\bar{c}$   $X(3872)$  и  $Y(3941)$ : согласно нашим результатам,  $X(3872)$  может быть либо  $\chi_{c1}(2P)$ , либо  $\eta_{c2}(1D)$ , тогда как  $Y(3941)$  есть  $\chi_{c2}(2P)$ .

## Quark-Antiquark States and Their Radiative Transitions in Terms of the Spectral Integral Equation.

### II. Charmonia

*V. V. Anisovich, L. G. Dakhno, M. A. Matveev, V. A. Nikonov, and A. V. Sarantsev*

### Abstract

In the precedent paper of the authors (hep-ph/0510410), the  $b\bar{b}$  states were treated in the framework of the spectral integral equation, together with simultaneous calculations of radiative decays of the considered bottomonia. In the present paper, such a study is carried out for the charmonium ( $c\bar{c}$ ) states. We reconstruct the interaction in the  $c\bar{c}$ -sector on the basis of data for the charmonium levels with  $J^{PC} = 0^{-+}, 1^{-+}, 0^{++}, 1^{++}, 2^{++}, 1^{+-}$  and radiative transitions  $\psi(2S) \rightarrow \gamma\chi_{c0}(1P), \gamma\chi_{c1}(1P), \gamma\chi_{c2}(1P), \gamma\eta_c(1S)$  and  $\chi_{c0}(1P), \chi_{c1}(1P), \chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma J/\psi$ . The  $c\bar{c}$  levels and their wave functions are calculated for the radial excitations with  $n \leq 6$ . Also, we determine the  $c\bar{c}$  component of the photon wave function using the  $e^+e^-$  annihilation data:  $e^+e^- \rightarrow J/\psi(3097), \psi(3686), \psi(3770), \psi(4040), \psi(4160), \psi(4415)$  and perform the calculations of the partial widths of the two-photon decays for the  $n = 1$  states:  $\eta_{c0}(1S), \chi_{c0}(1P), \chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma\gamma$ , and  $n = 2$  states:  $\eta_{c0}(2S) \rightarrow \gamma\gamma, \chi_{c0}(2P), \chi_{c2}(2P) \rightarrow \gamma\gamma$ . We discuss the status of the recently observed  $c\bar{c}$  states  $X(3872)$  and  $Y(3941)$ : according to our results, the  $X(3872)$  can be either  $\chi_{c1}(2P)$  or  $\eta_{c2}(1D)$ , while  $Y(3941)$  is  $\chi_{c2}(2P)$ .

Препринт № 2639, 14.11.2005 г., англ. текст  
E-mail: [dakhno@thd.pmpi.spb.ru](mailto:dakhno@thd.pmpi.spb.ru)

# Кварк-антикварковые состояния и их радиационные переходы в технике спектрального интегрального уравнения.

## III. Легкие мезоны

*В. В. Анисович, Л. Г. Дахно, М. А. Матвеев, В. А. Никонов, А. В. Саранцев*

### Аннотация

В терминах спектрального интегрального уравнения продолжено исследование мезонов, начатое ранее для  $b\bar{b}$ - (hep-ph/0510410) и  $c\bar{c}$ - (hep-ph/0511005) систем: в настоящей работе рассматриваются мезоны, состоящие из легких кварков ( $u, d, s$ ), с массой  $M \leq 3$  ГэВ. Вычисления были проведены для мезонов, лежащих на линейных траекториях в  $(n, M^2)$  плоскости, где  $n$  – радиальное квантовое число. Наше рассмотрение относится к  $q\bar{q}$ -состояниям с одной компонентой в пространстве флейверов, с одинаковыми массами кварка и антикварка, такими как  $\pi(0^+)$ ,  $\rho(1^{--})$ ,  $\omega(1^{--})$ ,  $\phi(1^{--})$ ,  $a_0(0^{++})$ ,  $a_1(1^{++})$ ,  $a_2(2^{++})$ ,  $b_1(1^{+-})$ ,  $f_2(2^{++})$ ,  $\pi_2(2^{++})$ ,  $\rho_3(3^{--})$ ,  $\omega_3(3^{--})$ ,  $\phi_3(3^{--})$ ,  $\pi_4(4^{++})$ ; ...  $n \leq 6$ . Мы получили волновые функции и массы мезонов, лежащих на этих траекториях. Полученные траектории являются линейными, в согласии с данными. Мы также вычислили двухфотонные распады  $\pi \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $a_0(980) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $a_2(1320) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $f_2(1285) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $f_2(1525) \rightarrow \gamma\gamma$  и радиационные переходы  $\rho \rightarrow \gamma\pi$ ,  $\omega \rightarrow \gamma\pi$  в количественном согласии с экспериментом. На основе этих вычислений мы извлекаем сингулярную часть амплитуды взаимодействия, которая относится к так называемому «взаимодействию конфайнмента». Описание данных требует присутствия сильных  $t$ -канальных сингулярностей как в скалярных, так и в векторных обменах.

## Quark-Antiquark States and Their Radiative Transitions in Terms of the Spectral Integral Equation. III. Light Mesons

*V. V. Anisovich, L. G. Dakhno, M. A. Matveev, V. A. Nikonov, and A. V. Sarantsev*

### Abstract

We continue the investigation of mesons in terms of the spectral integral equation initiated before (hep-ph/0510410) and (hep-ph/0511005) for the  $b\bar{b}$  and  $c\bar{c}$  systems: in this paper we consider the light-quark ( $u, d, s$ ) mesons with masses  $M \leq 3$  GeV. The calculations have been performed for the mesons lying on linear trajectories in the  $(n, M^2)$ -planes, where  $n$  is the radial quantum number. Our consideration relates to the  $q\bar{q}$  states with one component in the flavor space, with the quark and antiquark masses equal to each other, such as  $\pi(0^+)$ ,  $\rho(1^{--})$ ,  $\omega(1^{--})$ ,  $\phi(1^{--})$ ,  $a_0(0^{++})$ ,  $a_1(1^{++})$ ,  $a_2(2^{++})$ ,  $b_1(1^{+-})$ ,  $f_2(2^{++})$ ,  $\pi_2(2^{++})$ ,  $\rho_3(3^{--})$ ,  $\omega_3(3^{--})$ ,  $\phi_3(3^{--})$ ,  $\pi_4(4^{++})$  at  $n \leq 6$ . We obtained the wave functions and mass values of mesons lying on these trajectories. The corresponding trajectories are linear, in agreement with data. We have calculated the two-photon decays  $\pi \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $a_0(980) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $a_2(1320) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $f_2(1285) \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $f_2(1525) \rightarrow \gamma\gamma$  and radiative transitions  $\rho \rightarrow \gamma\pi$ ,  $\omega \rightarrow \gamma\pi$ , that agree qualitatively with the experiment. On this basis, we extract the singular part of the interaction amplitude, which corresponds to the so-called “confinement interaction”. The description of the data requires the presence of the strong  $t$ -channel singularities for both scalar and vector exchanges.

Препринт № 2640, 14.11.2005 г., англ. текст  
E-mail: [dakhno@thd.pnpi.spb.ru](mailto:dakhno@thd.pnpi.spb.ru)

# Зависимость ядерной изотопной температуры от массы для двойного и тройного деления

*М. Н. Андроненко, Л. Н. Андроненко, В. Нойберт*

## Аннотация

Метод температурных распределений, использующий совокупность имеющихся изотопных термометров, был применен для определения ядерных температур, характеризующих низкоэнергетическое деление (спонтанное и вызванное тепловыми нейтронами). Показано, что средние температуры для двойного и тройного (сопровожаемого вылетом легкой частицы) деления существенно различаются. Характер зависимости ядерной температуры от массы ядра мишени для рассматриваемых двух мод деления один и тот же, но не согласуется с аналогичной зависимостью, полученной для фрагментации ядер под действием протонов с энергией 1 ГэВ.

## Mass Dependence of Nuclear Isotope Temperature for Binary and Ternary Fission

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

\* *Forschungszentrum Rossendorf, Germany*

To be published in the proceedings of XVI<sup>th</sup> International Workshop on Physics of Nuclear Fission, IPPE, Obninsk, Russia, 7–10 October 2003

## Abstract

Method of Temperature Distributions based on isotope thermometers has been suggested and applied to determine nuclear temperatures related to spontaneous and neutron induced fission process. Binary and ternary fission modes show a pronounced difference for the mean temperature. Target mass dependence of nuclear temperatures is in agreement for both modes of fission process but in contradiction to one for high energy fragmentation.

Препринт № 2643, 25.11.2005 г., англ. текст  
E-mail: [kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kravtsov@rec03.pnpi.spb.ru)

# Программа построения схемы уровней с помощью ритцевских комбинаций

*С. Л. Сахаров*

## Аннотация

Описан алгоритм построения схемы уровней с помощью ритцевских комбинаций, полученных из сумм и разностей энергий уровней и энергий неразмещенных переходов. Для отобранных уровней приводятся энергии и интенсивности составляющих комбинации переходов, спины и четности опорных уровней и вычисляются энергия, внутренняя и внешняя ошибки, значение  $\chi^2$ , вероятность случайного возникновения данного уровня и вероятность случайного возникновения этого же уровня для средней ошибки.

## Computer Code for Construction of Level Scheme Using Ritz Combinations

*S. L. Sakharov*

## Abstract

An algorithm of a computer code for constructing level scheme with the aid of Ritz combinations obtained from sums and differences of the energies of levels and non-placed transitions is described. For the selected levels, energies and intensities of the transitions composing the combinations and spin-parities of based levels are listed; the internal and external errors, the  $\chi^2$  value, the probability of the chance appearance of the level considered and the probability of the chance appearance of the same level for the mean error are calculated.

Препринт № 2644, 23.11.2005 г., англ. текст  
E-mail: [mitrplsk@npi.spb.ru](mailto:mitrplsk@npi.spb.ru)

# Измерение связывания ионов цезия клетками дрожжей на РФ-спектрометре полного отражения

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

## Аннотация

Утилизация радиоактивных отходов и очистка окружающей среды от загрязнений солями тяжелых металлов становится сейчас все более и более актуальной задачей. Способность биологических систем накапливать токсичные металлы и радионуклиды хорошо известна и продолжает генерировать как научный интерес, так и его прикладное применение. В этой работе используется метод TXRF для количественного определения способности клеток дрожжей *Debaryomyces hansenei* N272, выделенных из природного изолята, связывать ионы цезия [1].

Полученные результаты показывают, что данный штамм дрожжей может быть использован как для очистки промышленных стоков, содержащих ионы цезия, так и для очистки окружающей среды от опасных для жизнедеятельности человека солей тяжелых металлов и радионуклидов *in situ*.

## Measurement of Cesium Ions Binding by Yeast Cells with TXRF Spectrometer

*E. M. Korotkikh, A. V. Suslov, I. N. Suslova*

## Abstract

Heavy metal waste utilization and purification of the environment from salts of heavy metals are becoming more and more important now days. Different biological systems are known to accumulate the toxic metals and radionuclides and this fact is of great scientific and practical interests. In this paper the TXRF method is used for quantitative determination of the ability of microorganisms *Debaryomyces hansenei* N272 to bind cesium ions [1].

The results of measurements show that the nature yeast strain can be used both for bioremediation of industrial waste solutions polluted by ions of cesium and for purification of the environment from radionuclides *in situ* dangerous for life.

Препринт № 2645, 27.12.2005 г.

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

# **Кристалл-дифракционный спектрометр для изучения эффекта химического смещения рентгеновских линий в области «мягких» энергий (4 ÷ 8 кэВ)**

*А. А. Петрунин, А. Е. Советнов, А. В. Тюнис,  
В. В. Федоров, Э. В. Фомин*

## **Аннотация**

В представленной работе приведено описание кристалл-дифракционного фокусирующего спектрометра по схеме Иоганна для измерения малых энергетических смещений рентгеновских К-линий 3d-металлов и L-линий редкоземельных элементов ( $E = 4 \div 8$  кэВ). Прибор предназначен для изучения электронной структуры 3d-металлов и редких земель в их соединениях.

## **Crystal-Diffraction Spectrometer for Studying of the Effect of Chemical Shift of X-Ray Lines in Range of Low Energy (4÷8 keV)**

*A. A. Petrunin, A. E. Sovestnov, A. V. Tyunis, V. V. Fedorov, E. V. Fomin*

## **Abstract**

The description of the crystal-diffraction focusing Johann spectrometer for studying the small shifts of x-ray K-line of 3d-metals and L-line of rare earth ( $E = 4 \div 8$  keV). The device is indented for research of electronic structure of 3d-metals and rare earth in their compound.

Препринт № 2646, 23.12.2005 г.

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