

**Лаборатория теоретической физики
им. Н. Н. Боголюбова**

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется исследованиям релятивистских столкновений тяжелых ионов. Это обусловлено тем, что при таких столкновениях, в принципе, возможно образование адронной материи с большой плотностью энергии. Образование доменов с высокой плотностью энергии может дать возможность исследовать материю в необычном состоянии, которое наблюдалось на ранней стадии образования и развития Вселенной.

Анализ столкновений релятивистских ядер позволит подойти к решению и других интересных проблем, таких как проявление кварк-глюонных степеней свободы в ядрах, фазовый переход между обычной ядерной материей и кварк-глюонной плазмой (КГП), то есть частичное восстановление киральной симметрии КХД, формирование частиц в плотной среде и мн. др. Постановка таких задач может быть осуществлена на нуклотроне (ОИЯИ), на ускорителе RHIC тяжелых релятивистских ионов (Брукхейвен, США), на будущем ускорителе LHC (ЦЕРН) и др.

Что касается КГП, то к настоящему времени обнаружен ряд результатов по столкновению релятивист-

ских ионов, которые удается объяснить на основе стандартных подходов, то есть без «экзотики». Такие характеристики, относительно которых есть подозрение, что они являются следствием существования КГП, в современной научной литературе называют сигналами образования КГП. Широко обсуждаются следующие сигналы: избыточный выход дилептонов с инвариантной массой, меньшей массы ρ -мезона в вакууме (in-medium effect), аномальное подавление выхода J/Ψ -частиц и др. Однако достоверных доказательств генерации КГП пока еще нет, есть лишь уверенность относительно образования смешанной фазы, состоящей из кварков и глюонов вместе с обычными адронами, а также процесса деконфайнмента. Дальнейшие надежды связаны с вводом в строй коллайдера LHC в ЦЕРН (ALICE). В таких условиях особое внимание привлекают исследования при более низких энергиях, где также возможно проявление in-medium-эффектов, то есть перенормировка масс адронов (например, векторных мезонов) и констант связи в обычных ядрах. Более того, сейчас принято считать, что модификация адронов в среде является фундаментальным свойством сильных взаимодействий. Такую модификацию связывают с частичным восстановлением киральной симметрии КХД (которая нарушена в вакууме КХД). Хотя относительно

Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics

Recently, there has been considerable interest in the study of highly relativistic heavy-ion collisions. Such interest stems from the possibility of creating hadron matter of high energy density. The creation of a domain of high energy density may allow one to study matter in the unusual state, as exists in the history of the early universe. The interactions of relativistic nuclei offer a possibility of studying many problems: manifestations of quark and gluon degrees of freedom in nuclei, a phase transition between ordinary matter and quark-gluon plasma, jet quenching in nuclei and so on. This possibility will be explored with the Nuclotron (JINR, Dubna), and with the accelerators BNL's Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) and CERN's Large Hadron Collider (LHC). The specific «signals» of quark-gluon plasma (QGP) formation, i. e., the observables, for which the behaviour contradicts the expectations, have been detected. The most prominent signatures suggested and widely discussed are: the excess of dileptons with invariant mass below that of ρ (in-medium effect for ρ) and the J/Ψ suppression in the relativistic heavy-ion collisions.

Unfortunately, the contemporary data concerning relativistic heavy-ion collisions can be explained in the framework of the standard scenario; i. e., there is no confidence in production of QGP yet. In such a situation, it is necessary to understand the properties of ordinary particle production mechanisms in simpler reactions than in relativistic collisions of heavy ions. Moreover, a medium modification of hadron properties is one of the fundamental questions of strong interaction physics. This sphere of scientific activity is at the intersection of particle and nuclear physics. Chiral symmetry is partly restored in the nuclear medium. Virtual nuclear pions are important components of this restoration. Upon discovering the EMC effect (the first in-medium effect on the quark gauge), of great importance became the problem of detection of the signals of similar effects in different nuclear reactions at intermediate energies. For this purpose, K^+ mesons are most suitable, since they can probe the whole volume of nuclei owing to their small cross sections of an interaction with nucleons. However, partly due to our present lack of knowledge about the details of the confined mechanism, we are far away from a possibility of re-

in-medium-эффекта определенная информация уже была, впервые пристальное внимание к этому эффекту было обращено после открытия на кварковом уровне EMC-эффекта в глубоконеупругом рассеянии лептонов на ядрах. После этого сразу же возник вопрос: можно ли обнаружить эффекты, в какой-то мере аналогичные EMC-эффекту, но с первичными адронами. Для исследования таких вопросов подходят частицы промежуточных энергий и со странностью +1, например K^+ -мезон. Конечно, здесь приходится прибегать к феноменологии, так как из-за известных трудностей КХД мы не можем рассчитывать многие адронные процессы на основе ее «первых принципов».

В Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова была разработана модель для исследования адрон-ядерных взаимодействий при промежуточных энергиях. Теоретическую основу модели (соединение теории Глаубера с моделированием по методу Монте-Карло) составили подходы, успешно используемые в работах по аномальному подавлению J/Ψ -частиц без КГП. Предложенная модель улучшает согласие теории с экспериментом по сравнению с работами других авторов. Однако остается заметное «окно» для введения «экзотики» типа in-medium-эффекта. В настоящее время исследуется природа такой экзотики (редукция мас-

сы в ядре, частичное восстановление киральной симметрии КХД и т. д.).

Следует отметить, что сейчас в литературе широко обсуждается открытая японскими и немецкими физиками in-medium-спектроскопия масс адронов. На XVI Международной конференции по частицам и ядрам (Осака, Япония, 30 сентября – 4 октября 2002 г. (PaNic02)) было приведено значение параметра частичного восстановления киральной симметрии для пионов в ядре $R = (f_{\pi}^* / f_{\pi}^{\text{free}})^2 = 0,78_{-0,09}^{+0,12}$. Интересно отметить, что сейчас существуют проекты экспериментов по обнаружению в ядрах узких связанных состояний, таких как ρ -мезон и очарованный D -мезон. Хотя эти перспективные исследования еще не завершены, можно надеяться, что они дадут новые интересные результаты, которые прояснят наше понимание природы сильных взаимодействий в ядерной среде дополнительно к результатам, которые будут получены при исследовании релятивистских ионов.

Eliseev S. M. Submitted to «Eur. Phys. J. A».

В Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова развивается подход к вычислению динамических характеристик мезонов — формфакторов, ампли-

solving the problem of in-medium effects from «first principles». Every attempt to extract some information concerning the in-medium effect from data will have (in part) the phenomenological character.

At BLTP, a new model for hadron-nuclei interaction at intermediate energy (IE) based on the Glauber approach along with the Monte-Carlo simulation was proposed. The main theoretical assumptions such as in the approaches of other authors describing J/Ψ suppression in nuclear collisions without invoking plasma were utilized. The model improves the agreement between theory of other authors and the data for the K^+ -nuclei scattering at IE, the «window» for some «exotics» still remains. The nature of that «exotics» (mass reduction, i. e., the partial restoration of chiral symmetry or «swelling», etc.) is now under consideration.

In addition, a new type of in-medium hadron-mass spectroscopy has been carried out by Japanese and German scientists. For this purpose, the recoilless meson production by the ($d^3\text{He}$) reaction at $T_d = 604.3$ MeV has been used. A decrease in the chiral order parameter $R = (f_{\pi}^* / f_{\pi}^{\text{free}})^2 =$

$= 0.78_{-0.09}^{+0.12}$ was reported at the XVI Particles and Nuclei International Conference (Osaka, Japan, 30 September – 4 October, 2002 (PaNic02)). The ρ and charmed D mesons can form narrow bound states with nuclei. The signature of the partial restoration of chiral symmetry of these mesons in the ground-state nuclei can be studied. However, the investigation of such in-medium effects in the theory of nuclear reactions is still in its early stage and needs much more time to clarify and exactly define the role played by the nuclear medium for phenomena like that described above.

Eliseev S. M. Submitted to «Eur. Phys. J. A».

An approach to the QCD calculation of the dynamical meson characteristics, such as form factors and distribution amplitudes, is evolved at BLTP based on the QCD sum rules with nonlocal condensates (NLC). These meson characteristics are mainly determined by the values of the correlation lengths l in QCD vacuum. Recent data on lattice measurements of the gauge-invariant nonlocal scalar quark NLC are analyzed to extract the short-distance correlation length

туд распределения, основанный на правилах сумм КХД с нелокальными конденсатами (НЛК). Эти мезонные характеристики в значительной мере определяются величинами длин корреляций l в КХД-вакууме. В недавней работе анализируются результаты последних измерений калибровочно-инвариантных кварковых НЛК на решетке. Тестируются различные модели координатного поведения НЛК, и из данных для «замороженной» и «полной» (с фермионными петлями) решеток извлекается длина корреляции l_{latt} в кварковом КХД-вакууме на малых расстояниях. Величина l_{latt} хорошо согласуется с известной оценкой масштаба корреляции $1/l_{\text{latt}}^2 \approx \lambda_q^2 = \langle \bar{q}(ig\sigma_{\mu\nu}G_{\mu\nu})q \rangle / \langle \bar{q}q \rangle = 0,4 \div 0,55 \text{ ГэВ}^2$, полученной из правил сумм КХД. Прослеживается связь длины корреляции с пионной амплитудой распределения твиста 2; установлено количественное согласие этих оценок с последними экспериментальными данными CLEO по фоторождению пиона.

Bakulev A. P., Mikhailov S. V. // Phys. Rev. D. 2002. V. 65. P. 114511.

Лаборатория высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина

На статистике 66075 событий реакции $np \rightarrow n p \pi^+ \pi^-$ np -взаимодействий при $P_n = (5,20 \pm \pm 0,16) \text{ ГэВ}/c$ в 1-метровой водородной пузырьковой камере ЛВЭ ОИЯИ обнаружено 10 резонансов в спектре эффективных масс $\pi^+ \pi^-$ -мезонов. При этом использован критерий $\cos \Theta^* p > 0$. Значения эффективных масс равны (347 ± 12) , (418 ± 6) , (511 ± 12) , (610 ± 5) , (678 ± 17) , (757 ± 5) , (880 ± 12) , (987 ± 12) , (1133 ± 15) и $(1285 \pm 22) \text{ МэВ}/c^2$ с превышением над фоном 2,9, 5,2, 3,5, 1,4, 2,0, 8,5, 4,8, 3,8, 5,2, и 6,0 стандартных отклонений соответственно. Сведения о резонансе с массой $M_R = 757 \text{ МэВ}/c^2$ включены в «RPP-2000», «RPP-2002». Экспериментальные ширины находятся в диапазоне от 16 до 94 $\text{МэВ}/c^2$. Таких эффектов не обнаружено в $\pi^- \pi^0$ -комбинациях в реакции $np \rightarrow pp \pi^- \pi^0$, что указывает на значение изотопического спина $I = 0$ для найденных в $\pi^+ \pi^-$ -системах резонансов. Значения спина определены для наиболее статистически обеспеченных резонансов при массах 418, 511 и $757 \text{ МэВ}/c^2$. С высокой степенью вероятности $J = 0$ для резонансов с

l_{latt} and construct an admissible Ansatz for the NLC behaviour in coordinate space. The correlation length values for both the quenched and full-QCD cases appear in good agreement with the well-known QCD SR estimates of the mixed quark-gluon condensate,

$$1/l_{\text{latt}}^2 \approx \lambda_q^2 = \langle \bar{q}(ig\sigma_{\mu\nu}G_{\mu\nu})q \rangle / \langle \bar{q}q \rangle = 0.4 \div 0.55 \text{ GeV}^2.$$

We test two different Ansätze for a quark NLC and trace their influence on the twist-2 pion distribution amplitude by means of the QCD sum rules. The main features of the pion distribution amplitude are confirmed by the CLEO experimental results.

Bakulev A. P., Mikhailov S. V. // Phys. Rev. D. 2002. V. 65. P. 114511.

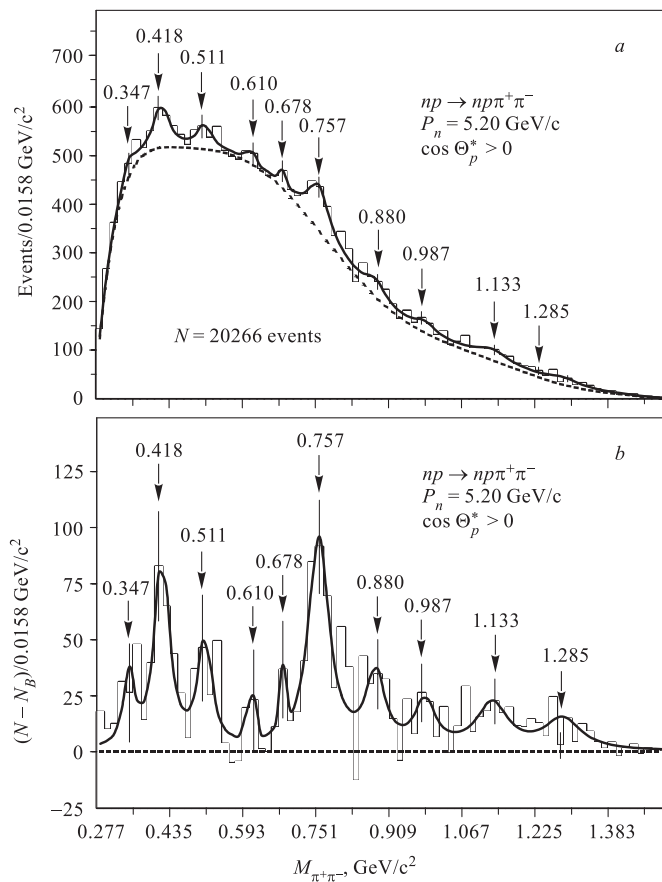
Veksler-Baldin Laboratory of High Energies

Ten resonances were found in the mass spectrum of $\pi^+ \pi^-$ system based on 66075 events from the reaction $np \rightarrow n p \pi^+ \pi^-$ in np interactions at $P_n =$

$= (5.20 \pm 0.16) \text{ GeV}/c$ in the 1-m HBC of VBLHE by using the criterion $\cos \Theta^* p > 0$. These masses are the following: (347 ± 12) , (418 ± 6) , (511 ± 12) , (610 ± 5) , (678 ± 17) , (757 ± 5) , (880 ± 12) , (987 ± 12) , (1133 ± 15) , and $(1285 \pm 22) \text{ MeV}/c^2$; their excess above background is 2.9, 5.2, 3.5, 1.4, 2.0, 8.5, 4.8, 3.8, 5.2, and 6.0 S.D., respectively. The observed resonance at the mass $M_R = 757 \text{ MeV}/c^2$ has already been inserted in RPP-2000, RPP-2002. The experimental widths of the resonances vary within the region from 16 to 94 MeV/c^2 . Such effects were not found in $\pi^- \pi^0$ combinations from the reaction $np \rightarrow pp \pi^- \pi^0$. Therefore, it is necessary to attribute the value of isotopic spin $I = 0$ to the resonances found in the mass spectrum of the $\pi^+ \pi^-$ system. The spin was estimated for the most statistically provided resonances at masses of 418, 511 and $757 \text{ MeV}/c^2$. We determine with a high degree of confidence that $J = 0$ for the resonances at $M_R = 757 \text{ MeV}/c^2$ and $M_R = 418 \text{ MeV}/c^2$ and the most probable value of $J = 0$ for the resonance at $M_R = 511 \text{ MeV}/c^2$.

массами $M_R = 757 \text{ МэВ}/c^2$ и $M_R = 418 \text{ МэВ}/c^2$. Наиболее вероятное значение $J = 0$ также и для резонанса с массой $M_R = 511 \text{ МэВ}/c^2$.

Таким образом, обнаружено по крайней мере три особенности, при массах 418, 511 и 757 $\text{МэВ}/c^2$, имеющие квантовые числа σ_0 -мезона $0^+(0^{++})$. Возможна интерпретация низколежащих σ_0 -мезонов как глюболов. Проведено сравнение с данными других исследований. Работа выполнена в группе Ю. А. Трояна.



Therefore, it can be affirmed that at least three states with quantum numbers of σ_0 meson $0^+(0^{++})$ have been found at masses of 418, 511 and 757 MeV/c^2 .

The fact that low-mass σ_0 mesons are glueballs is one of the possible interpretations. Comparison with the data of other papers has also been made.

The investigation has been performed in the group of Yu. A. Troyan.

1. Troyan Yu. A. et al. // JINR Rapid Communications. 1998. No. 5[91]-98. P. 33; XIII International Seminar on High Energy

1. Troyan Yu. A. et al. // JINR Rapid Communications. 1998. No. 5[91]-98. P. 33; XIII International Seminar on High Energy Physics Problems «Relativistic Nuclear Physics & Quantum Chromodynamics», Dubna, Russia, Sept. 1998.

2. Troyan Yu. A. et al. // Particles and Nuclei, Letters. 2000. No. 6[103]-2000. P. 25; XIV International Seminar on High Energy Physics Problems «Relativistic Nuclear Physics & Quantum Chromodynamics», Dubna, Russia, Sept. 2000.

3. Troyan Yu. A. et al. // JINR Rapid Communications. 1996. No. 6[80]-96. P. 73.

4. Review of Particle Physics // EPJ C. 2000. V. 15. P. 405.

Альфа-кластерная структура ядер получает новое свидетельство в процессах периферических или квазинуклонных взаимодействий релятивистских ядер в эмульсии. Участниками сотрудничества «Беккерель» обнаружен новый класс событий полной диссоциации релятивистского ядра ^{24}Mg в узкий конус фрагментации. На фото в последовательном развитии показано одно из таких событий при диссоциации ядра ^{24}Mg на пять ядер с зарядом два и два ядра с зарядом один (сверху вниз). Трехмерный образ события реконструирован как плоская проекция с помощью автоматического ми-

Physics Problems «Relativistic Nuclear Physics & Quantum Chromodynamics», Dubna, Russia, Sept. 1998.

2. Troyan Yu. A. et al. // Particles and Nuclei, Letters. 2000. No. 6[103]-2000. P. 25; XIV International Seminar on High Energy Physics Problems «Relativistic Nuclear Physics & Quantum Chromodynamics», Dubna, Russia, Sept. 2000.

3. Troyan Yu. A. et al. // JINR Rapid Communications. 1996. No. 6[80]-96. P. 73.

4. Review of Particle Physics // EPJ C. 2000. V. 15. P. 405.

Alpha clustering in a nuclear structure obtains a new evidence in processes of peripheral or quasi-nucleon interactions of relativistic nuclei in emulsions. Participants of the new BECQUEREL collaboration have found a new class of events of full dissociation of relativistic ^{24}Mg in a narrow fragmentation cone. The photos in sequential evaluation show one of such events of ^{24}Mg nucleus dissociation into five double- and two single-charged nuclei (from top to bottom). The 3D image is reconstructed as a projection by

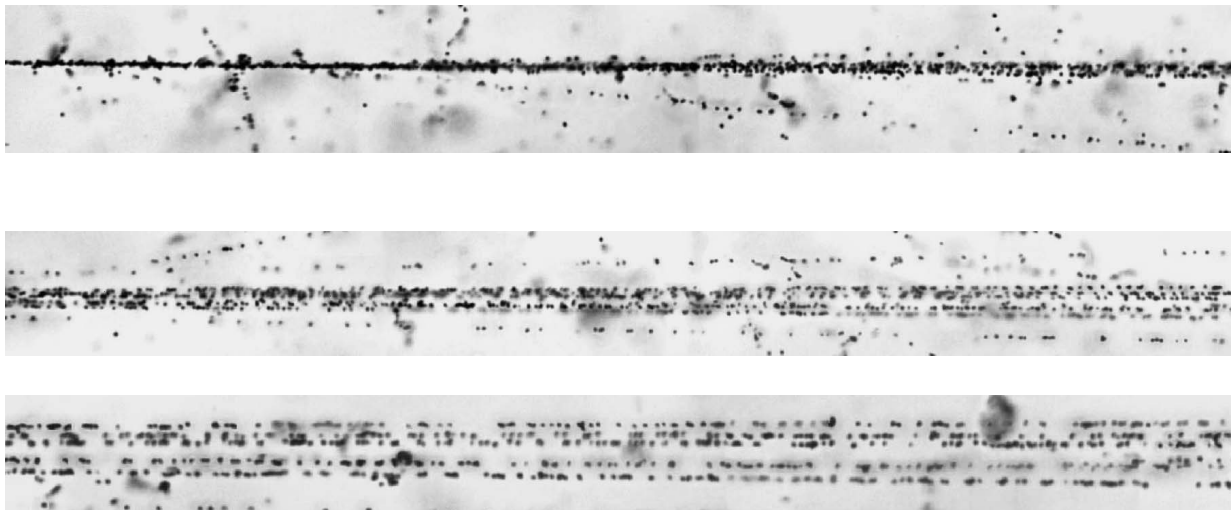
кроскопа ПАВИКОМ. Характерный размер точек на треках около 1 мкм. На верхнем снимке видна вершина взаимодействия с релятивистской однозарядной частицей отдачи (трек, уходящий вниз) и струей ядерных фрагментов. На среднем снимке наблюдается четкое отделение двух однозарядных релятивистских фрагментов (треки, уходящие вниз и вверх) от основной струи фрагментации. На нижнем снимке видно дальнейшее разделение треков от пяти двухзарядных релятивистских фрагментов.

Лаборатория физики частиц

Модули жидкоаргонового адронного торцевого калориметра (HEC) для установки ATLAS облучались на пучках электронов, мюонов и пионов при энергиях $6 \leq E \leq 200$ ГэВ ускорителя SPS в ЦЕРН. В работе описан калориметр HEC и тестовая установка на пучке. Представлены результаты по энергетическому отклику и разрешению калориметра. Проведено сравнение результатов измерений и моделирования. Показано, что энергетическое разрешение установки для струй в торцевой области удовлетворяет требованиям коллаборации ATLAS.

Dowler B. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 2002. V. 482. P. 94–124.

Событие полной диссоциации релятивистского ядра ^{24}Mg на пять ядер с зарядом два и два ядра с зарядом один в последовательном развитии (сверху вниз)



Event of relativistic ^{24}Mg nucleus full dissociation into five double- and two single-charged nuclei in sequential evaluation (top to bottom)

means of the PAVICOM automatic microscope. The typical size of track points is of the order of 1 μm . An interaction vertex with a single-charged relativistic recoil particle (a track going down) and a nuclear fragment jet is seen on the top photo. Clear separation of two single-charged fragments (tracks going up and down) from a major jet is seen on the middle photo. The bottom photo demonstrates a clear track separation of five double-charged fragments.

Laboratory of Particle Physics

Modules of the ATLAS liquid argon Hadronic End-cap Calorimeter (HEC) were exposed to beams of electrons, muons and pions in the energy range $6 \leq E \leq 200$ GeV of CERN's SPS. A description of the HEC and of the beam test setup is given in Ref. [1]. Results on the energy response and resolution are presented and compared with simulations. The ATLAS energy resolution for jets in the end-cap region is inferred and meets the ATLAS requirements.

1. Dowler B. et al. // Nucl. Instr. Meth. A. 2002. V. 482. P. 94–124.



Лаборатория физики частиц.
Стенд для испытаний пропорциональных камер торцевого спектрометра установки CMS (ЦЕРН)

Laboratory of Particle Physics.
A test site for proportional chambers for the CMS end-cap spectrometer

Результаты фоновых измерений на прототипе детектора «Борексино» (Counting Test Facility, CTF), расположенном в лаборатории Гран-Сассо (Италия), позволили установить верхний предел величины магнитного момента для pp - и ${}^7\text{Be}$ -солнечных нейтрино

$\mu \leq 5,5 \cdot 10^{-10} \mu_B$ [1]. Это значение только в три раза ниже ограничения, полученного в экспериментах с реакторными и ${}^8\text{B}$ -солнечными нейтрино. Установлен также нижний предел для времени жизни нейтрино

Results of background measurements with the prototype of the Borexino detector (Counting Test Facility, CTF), located in the Gran Sasso Laboratory (Italy), have been used to obtain the upper bound on the magnetic moment of pp and ${}^7\text{Be}$ solar neutrino, $\mu_\nu \leq 5.5 \cdot 10^{-10} \mu_B$ [1]. This value is only three times lower than that obtained for reactor's neutrino and ${}^8\text{B}$ solar neutrino. The new lower limit on the mean lifetime of neutrino relative to its radiative decay is obtained: $\tau_{\text{c.m.}}(\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma) / m_\nu \geq 1.5 \cdot 10^3 \text{ s} \cdot \text{eV}^{-1}$ [1]. It is more than one order of magnitude bigger than that obtained in previous direct laboratory experiments with reactor's neutrino. The CTF data have also been used to obtain a bound on the electron stability relative to the decay $e^- \rightarrow \gamma + \nu_e$. The new lower limit on the mean lifetime based on 32.1 days of data set is $\tau(e^- \rightarrow \gamma + \nu_e) \geq 4.6 \cdot 10^{26}$ years [2] (90 % C.L.). The CTF data can be used in the search of neutrino charge radius $\langle r^2 \rangle$ and $\nu_H \rightarrow \nu_L + e^+ + e^-$ decay as well.

1. Back H. O. et al. JINR Preprint E1-2002-29. Dubna, 2002.
2. Back H. O. JINR Preprint E1-2002-30. Dubna, 2002.

Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

The main goal of the time-of-flight detector at CDF is the identification of kaons and pions for b -quark (B -meson) flavor tagging. Construction of the detector as well as proposals on the detector design changes to improve its time resolution have been described. Monte-Carlo simulation of the detector response to MIP was performed. The results of the simulation showed that the proposed modifications (at least with present materials) bring modest or no improvement of the detector time resolution. An automated setup was assembled to test and check out the changes in electronic readout system of the detector. Sophisticated software has been developed for this setup, to provide control of the system, as well as processing and presentation of data from the detector. This software can perform various tests using different implementations of the hardware setup.

Glagolev V. et al. Submitted to «Particles and Nuclei, Letters».

Within the low-energy effective Minimal Supersymmetric extension of the Standard Model (effMSSM) we calculate the neutralino relic density, taking into account slep-

относительно его радиационного распада $\tau_{c.m.}(\nu_H \rightarrow \nu_L + \gamma) / m_\nu \geq 1,5 \cdot 10^3 \text{ с} \cdot \text{эВ}^{-1}$ [1], что на порядок выше предела, полученного в прямых экспериментах с реакторными нейтрино. На том же прототипе STF установлен новый предел стабильности электрона относительно распада $e^- \rightarrow \gamma + \nu_e$. Новый предел времени жизни электрона, определенный по данным, набранным в течение 32,1 суток, составил $\tau(e^- \rightarrow \gamma + \nu_e) \geq 4,6 \cdot 10^{26}$ лет [2] (уровень надежности 90 %). Данные с прототипа STF могут быть также использованы для поиска распада $\nu_H \rightarrow \nu_L + e^+ + e^-$ и оценки зарядового радиуса нейтрино $\langle r^2 \rangle$.

1. Back H. O. et al. JINR Preprint E1-2002-29. Dubna, 2002.
2. Back H. O. et al. JINR Preprint E1-2002-30. Dubna, 2002.

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова

Созданный в лаборатории триггер на основе силиконового вершинного детектора (SVT) был запущен и успешно работал в течение набора данных на установке

CDF (тэватрон, FNAL) в 2000 и 2001 гг. Основной задачей детектора является разделение каонов и пионов для определения типа b -кварков. Было проведено монте-карловское моделирование отклика детектора на прохождение МИЧ. Результаты моделирования показали, что предложенные изменения (с использованием доступных в настоящее время материалов) не приведут к улучшению временного разрешения детектора. Для проверки предложенных изменений в системе считывания была сконструирована автоматизированная установка. Для управления установкой, а также для обработки и представления данных было разработано комплексное программное обеспечение. Этот пакет программ позволяет проводить разнообразные тесты параметров системы с различными конфигурациями оборудования.

Глаголев В. и др. Направлено в журнал «Письма в ЭЧАЯ».

В рамках низкоэнергетичного минимального суперсимметричного расширения стандартной модели (MSSM) вычислена реликтовая плотность нейтрино. В расчет были включены слептон-нейтралиновый,

ton-neutralino, squark-neutralino and neutralino/chargino-neutralino coannihilation channels. By including squark (stop and sbottom) coannihilation channels we extend our

comparative study to all allowed coannihilations and obtain the general result that all of them give sizable contributions to the reduction of the neutralino relic density. Due to these

Опытное производство.
Электрофизическое оборудование
изготовлено для Циклотронного центра
в Братиславе (Словакия)

JINR Workshop.
Electrophysical equipment
produced for the Cyclotron Centre
in Bratislava (Slovakia)



скварк-нейтралиновый и нейтралино/чарджино-нейтралиновый коаннигиляционные каналы. Включение скварковых (stop-sbottom) каналов коаннигиляции позволяет провести данный анализ с учетом практически всех разрешенных каналов коаннигиляции. В результате показано, что все рассмотренные каналы дают заметный вклад и значительным образом уменьшают плотность реликтовых нейтралино. Благодаря этим коаннигиляционным процессам, часть моделей MSSM (в основном с большими массами нейтралино) попадает в космологически предпочтительную область значений реликтовой плотности, остальные модели оказываются вне этой области и должны быть отброшены. Несмотря на это, оказывается, что коаннигиляционные каналы в целом слабо влияют на перспективы прямого и непрямого детектирования реликтовых нейтралино в роли частиц темной материи.

Бедняков В. А. и др. Будет опубликовано в «Phys. Rev. D».

Проанализировано 797 событий реакции двойной перезарядки π^+ -мезонов, зарегистрированных в фотоэмульсионных камерах, облученных в пучках π^+ -мезонов синхротронного ускорителя ЛЯП ОИЯИ с энергиями 80 и 140 МэВ. Для выделенных трехлучевых событий в интервале первичных энергий π^+ -мезона 72–140 МэВ

определена эффективная масса вторичных π^- -мезона и двух протонов. В спектре этих эффективных масс обнаружен пик в интервале 2060–2072 МэВ, средняя величина которого равна $M_{\text{эфф}} = (2065,5 \pm 3,6)$ МэВ. Полученное значение $M_{\text{эфф}}$ находится в хорошем согласии с массой D' -резонанса, наличие которого предполагалось в расчетах по КХД-струнным моделям и было подтверждено в экспериментах по рассеянию π^+ -мезонов на ядрах и в других процессах.

Батусов Ю. А. и др. Направлено в журнал «Ядерная физика».

В НЭОНУ ЛЯП обсуждается предложение по созданию сильноточного циклотронного комплекса для управления электроядерной сборкой. Рассмотрены некоторые изменения в основных проектных параметрах ускорителя с учетом новых результатов, полученных в работах последних лет. Сделаны предложения по созданию сильноточных изохронных циклотронов для управления подкритическими сборками. Для экспериментальной ядерной сборки, управляемой ускорителем, с тепловой мощностью 10–200 МВт, предлагается создать циклотронную установку с энергией протонов $E_p \sim 600$ МэВ и током пучка до 10 мА.

Аленицкий Ю. Будет опубликовано в материалах XVIII конференции по ускорителям заряженных частиц.

coannihilation processes, some models (mostly with large neutralino masses) enter into the cosmologically interesting region for relic density, but other models leave this region. Nevertheless, in general, the predictions for direct and indirect dark matter detection rates are not strongly affected by these coannihilation channels in the effMSSM.

Bednyakov V. et al. Submitted to «Phys. Rev. D».

797 events have been analyzed on DCX reactions of π^+ mesons registered in photoemulsion chambers exposed to positive pion beams of the phasotron of JINR's Dzhelapov Laboratory of Nuclear Problems at energies of 80 and 140 MeV. The effective mass of the secondary π^- meson and the two protons was determined for each three-prong event identified within the energy range of the incident π^+ meson between 72 and 140 MeV. The spectrum of effective masses reveals a peak in the 2060–2072 MeV interval with a mean value equal to $M_{\text{eff}} = (2065.5 \pm 3.6)$ MeV. The obtained value of M_{eff} is in good agreement with the mass of the D' resonance hypothesized in «QCD-string» model cal-

culations and confirmed by measurements of π^+ -meson scattering on nuclei and in other processes.

Batusov Yu. et al. Submitted to «Yad. Fiz.».

The proposal on creation of high-current cyclotron complex for driving of electronuclear assembly, reported at the XVII Meeting on Accelerators of Charged Particles, is discussed. Some changes in the basic design parameters of the accelerator are considered in view of new results obtained in works of last years. The most real and cheap accelerator for production of proton beams with a power of up to 10 MW, that is, a cyclotron complex, now is shown. The offers on the design of a high-current cyclotron complex for electronuclear assembly driving are presented. For accelerator-driven experimental nuclear assembly with a thermal power of 10–200 MW, it is offered to create a cyclotron complex with energy of protons $E_p \sim 600$ MeV and a beam current of up to 10 mA.

Alenitsky Yu. Submitted to the Proc. of RUPAC '02.

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка

В ЛНФ им. И. М. Франка продолжают нейтронные дифракционные эксперименты по изучению магнитных и структурных свойств магнитных оксидов марганца (манганитов), получивших широкую известность в последние несколько лет из-за найденного в них эффекта колоссального магнетосопротивления (CMR-эффекта). Природа CMR-эффекта и факторы, от которых он зависит, являются предметом активного изучения, причем с помощью дифракции нейтронов удается получить уникальную информацию об атомной и магнитной структурах этих соединений.

На дифрактометре ДН-12 впервые проведены исследования влияния внешнего высокого давления вплоть до 5 ГПа на кристаллическую и магнитную структуру манганитов $\text{La}_{0,67}\text{Ca}_{0,33}\text{MnO}_3$, $\text{Pr}_{0,8}\text{Na}_{0,2}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{0,7}\text{Ca}_{0,3}\text{Mn}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ ($y = 0; 0,1$) в диапазоне температур от 15 до 300 К. Исследования проводились в сотрудничестве с РИЦ «Курчатовский институт» (Москва), Институтом физики металлов УрО РАН (Екатеринбург), Институтом физики высоких давлений РАН (Троицк), Институтом физики (Прага). Во всех исследуемых соединениях, проявляющих при нор-

мальном давлении либо ферромагнитное, либо антиферромагнитное состояние псевдо-СЕ-типа, в области высоких давлений впервые обнаружен фазовый переход в антиферромагнитное состояние А-типа. Причиной этого индуцированного давлением магнитного фазового перехода может быть ярко выраженная анизотропия сжимаемости, что приводит к сжатию кислородных октаэдров MnO_6 в структуре. Результаты экспериментов доложены на конференциях и направлены в печать (*Kozlenko D. P. et al. // JMMM. 2002; Kozlenko D. P. et al. // High Pressure Research. 2002*).

Другой тип оксидов марганца, так называемые слоистые манганиты со структурой браунмиллерита $\text{Sr}_2\text{GaMnO}_{5+x}$, изучался на дифрактометре ФДВР. Эти манганиты, недавно впервые синтезированные в лаборатории Е. В. Антипова на химическом факультете МГУ, интересны тем, что в них зарядовое состояние марганца можно изменять, внедряя в структуру дополнительный атом кислорода. Оказалось, что при переходе от восстановленного состояния ($x = 0$) к окисленному ($x = 0,5$) изменяется как атомная, так и магнитная структура соединения. В частности, антиферромагнитное (АФМ) упорядочение вдоль длинной оси элементарной ячейки сменяется на ферромагнитное (ФМ). Теоретический анализ ситуации позволил объяснить этот

Frank Laboratory of Neutron Physics

Neutron diffraction studies of magnetic and structural properties of manganese oxides (manganites) are continued at the Frank Laboratory of Neutron Physics. These compounds have become well-known for the last years due to the discovered colossal magnetoresistance (CMR) effect. The nature of the CMR effect and conditions responsible for its existence are the subject of active scientific studies now, and neutron diffraction studies allow one to obtain unique information on crystal and magnetic structure of manganites.

For the first time, an effect of high external pressure of up to 5 GPa on the crystal and magnetic structure of manganites $\text{La}_{0,67}\text{Ca}_{0,33}\text{MnO}_3$, $\text{Pr}_{0,8}\text{Na}_{0,2}\text{MnO}_3$ and $\text{Pr}_{0,7}\text{Ca}_{0,3}\text{Mn}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ ($y = 0, 0.1$) in the temperature range 15–300 K has been studied at the DN-12 diffractometer. The experiments have been performed in collaboration with the RRC «Kurchatov Institute» (Moscow), Institute for Metal Physics of Ural Branch of RAS (Yekaterinburg), High Pressure Physics Institute (Troitsk), Institute of Physics (Prague, Czech Republic). In all investigated compounds, exhibiting either ferromagnetic or antiferromagnetic state of

pseudo-CE type at normal pressure, under high pressure a phase transition to the antiferromagnetic state of A-type has been observed. A possible reason for this pressure-induced magnetic phase transition is the noticeable compression anisotropy, which leads to the anisotropic compression of MnO_6 octahedra in the structure. The experimental results have been presented at conferences and submitted to scientific journals (*Kozlenko D. P. et al. // JMMM. 2002; Kozlenko D. P. et al. // High Pressure Research. 2002*).

Another type of manganese oxides, so-called layered manganites of brownmillerite structure with a chemical formula $\text{Sr}_2\text{GaMnO}_{5+x}$, has been studied at HRFD diffractometer. These manganites have recently been synthesized for the first time at the Chemical Department of MSU (E. V. Antipov's laboratory). They have interesting properties since the charge state of manganese ions may be changed by introducing an additional oxygen atom into the structure. The experimental results show that the initial ($x = 0$) and oxidized ($x = 0.5$) samples have different crystal and magnetic structure. In particular, antiferromagnetic (AFM) ordering along the long axis of the unit cell is changed to the ferromagnetic (FM) one. In theoretical analysis it was found that this phenomenon can be explained

переход возникновением сильного диагонального АФМ-взаимодействия атомов Mn при внедрении дополнительного кислорода (*Pomjakushin V. Yu. et al. // Phys. Rev. B. 2002*). Еще одним необычным эффектом, найденным в слоистых манганитах, явилось существование в составах с промежуточным содержанием кислорода ($x = 0,4$) расслоения на две различные магнитные фазы при отсутствии каких-либо различий в атомной структуре сосуществующих фаз. Для дальнейшего изучения явления фазового расслоения планируются дополнительные эксперименты, в том числе с помощью метода вращения спина мюона.

Лаборатория информационных технологий

В рамках Соглашения о сотрудничестве между ОИЯИ и Кейптаунским университетом проведено исследование нелинейного уравнения Шредингера с дефокусирующей нелинейностью, локализованными решениями которого являются «темные» солитоны (доменные стенки). Показано, что в отличие от случая

«светлых» солитонов параметрическая накачка не приводит к неустойчивости доменных стенок ни при каких значениях амплитуды накачки и коэффициента диссипации. Показано также, что параметрически возбуждаемые доменные стенки способны образовывать устойчивые связанные состояния. В отсутствие диссипации устойчивые доменные стенки двух типов и их устойчивые связанные состояния способны двигаться с ненулевой скоростью.

Barashenkov I. V., Woodford S. R., Zemlyanaya E. V. JINR Preprint E17-2002-158. Dubna, 2002; submitted to «Physical Review Letters».

На основе модели разделенных формфакторов в сотрудничестве с ЛНФ разработана программа фитирования спектров малоуглового рассеяния нейтронов от полидисперсной популяции везикул с учетом функции разрешения спектрометра ЮМО. В работе анализируются параметры везикул и мембранного бислоя для различных иерархических моделей плотности длины рассеяния нейтрона поперек мембраны. Показано, что распределение воды в гидрофильной области мембраны

by the appearance of the strong diagonal AFM interaction of Mn atoms due to the introduction of the additional oxygen atom to the structure (*Pomjakushin V. Yu. et al. // Phys. Rev. B. 2002*). Another unusual phenomenon found in layered manganites is the phase separation for the samples with the intermediate oxygen content ($x = 0.4$). In this case, two distinct magnetic phases with the same crystal structure were found to coexist. For further studies of the phase separation in layered manganites, additional neutron diffraction and muon spin rotation experiments are planned.

Laboratory of Information Technologies

Research on «dark» solitons (kinks) — the localized solutions of nonlinear Schrödinger equation with the defocusing nonlinearity — has been performed in the framework of the Cooperation Agreement between JINR and the University of Cape Town. It has been shown that, unlike the «bright» solitons, the parametrically driven kinks are immune from instabilities for all dampings and forcing amplitudes; they can also form stable bound states. In the undamped case, the two types of stable kinks and their complexes can travel with nonzero velocities.

Barashenkov I. V., Woodford S. R., Zemlyanaya E. V. JINR Preprint E17-2002-158. Dubna, 2002; submitted to «Physical Review Letters».

On the basis of the model of separated form factors, a code for fitting of small-angle neutron scattering spectra of the polydispersed vesicle population taking into account the resolution function of YuMO spectrometer has been developed in cooperation with FLNP. Vesicle and membrane bilayer parameters have been analyzed for various hierarchical models of the neutron scattering length density across the membrane. It has been shown that hydration of vesicle can be described by the linear distribution function of water molecules. For the first time from the small-angle experiment, without additional methods, the average radius and polydispersity of the vesicle population, thickness of the membrane bilayer, thickness of hydrophobic and hydrophilic parts of bilayer, water distribution function and number of water molecules in the hydrophilic part have been calculated.

Zemlyanaya E. V., Kiselev M. A. JINR Preprint P3-2002-163. Dubna, 2002; submitted to the XVII Workshop on using neutron scattering in research on condensed state (NSRCS-2002) (Gatchina, October 2002).



Дубна, 30 сентября.
V Международный конгресс
по математическому моделированию

Dubna, 30 September.
The V International Congress
on Mathematical Modelling



Лаборатория информационных технологий.
Центральный узел компьютерной связи ОИЯИ



Laboratory of Information Technologies. The centre of JINR computer net

A numerical analysis has been performed at LIT on the influence of the source's characteristics (intensity, duration, multiplicity of action, etc.) on the form of the interphase $\xi(t)$ that separates the melted and firm parts in a sample irradiated with high-current pulsed ion beams. An algorithm of a numerical solving of the corresponding Stefan problem of the first kind is described. An analysis of the accuracy of the computational scheme has been done, and the obtained numerical results describing some characteristics of the interphase $\xi(t)$ (melting depth, melting rate, beginning of hardening, etc.) are presented. It has been found that at the interphase $\xi(t)$ the temperature derivative with respect to time has a gap.

Amirkhanov I. V. et al. JINR Communication P11-2002-78. Dubna, 2002.

A class of models of the static spherically symmetric boson-fermion stars in the scalar-tensor theory of gravity with massive dilaton field has been numerically investigated. The proper mathematical model of such stars is interpreted as a nonlinear two-parametric eigenvalue problem. The first of the parameters is the unknown internal boundary (the radius of the fermionic part of the star) R_s and the sec-

ond one represents the frequency Ω of the time oscillations of the bosonic field.

может быть описано линейной функцией. Впервые из эксперимента по малоугловому рассеянию без применения дополнительных методов рассчитаны: средний размер и полидисперсность популяции везикул, толщина мембранного бислоя, толщина гидрофобной и гидрофильной частей бислоя, функция распределения и количество воды в гидрофильной части мембраны.

Земляная Е. В., Киселев М. А. Препринт ОИЯИ РЗ-2002-163. Дубна, 2002; направлено на XVII Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния «РНИКС-2002» (октябрь 2002 г., Гатчина).

Сотрудниками ЛИТ проведено численное исследование влияния формы источника в модели фазовых переходов в металлах, облучаемых импульсными пучками ионов. Показано влияние характеристик источника (интенсивность, продолжительность, кратность действия и т. д.) на форму межфазовой границы $\xi(t)$, разделяющей расплавленную

ond one represents the frequency Ω of the time oscillations of the bosonic field.

To solve this problem, the whole space $(0, \infty)$ is splitted in two domains: internal $[0, R_s]$ and outside the star $[R_s, \infty]$. In each domain the physical model leads to two nonlinear boundary value problems in respect of metric functions, the functions describing the fermionic and bosonic matter, and the dilaton field. These boundary value problems have different dimensions inside and outside the star, respectively. The solutions in these regions are obtained separately and matched using the necessary algebraic continuity conditions including R_s and Ω . The continuous analogue of Newton method for solving both the nonlinear differential and algebraic problems is used.

In this way, the behavior of the basic geometric quantities and functions describing a dilaton field and matter fields, which build the star, has been obtained.

Boyadjiev T. L. et al. JINR Preprint E11-2002-106. Dubna, 2002; submitted to «J. Comput. Appl. Math.».

A spline-collocation scheme of higher order of accuracy for solving boundary value problems for ordinary differ-

и твердую части в образце, находящемся под воздействием сильноточного импульсного пучка ионов. Дано описание алгоритма численного решения соответствующей задачи Стефана первого рода. Проведен анализ точности вычислительных схем и представлены полученные численные результаты, описывающие некоторые характеристики межфазовой границы $\xi(t)$ (глубина и скорость проплава, начало затвердевания и т. д.). Установлено, что на межфазовой границе $\xi(t)$ производная от температуры по времени терпит разрыв.

Амирханов И. В. и др. Сообщение ОИЯИ P11-2002-78. Дубна, 2002.

Изучается класс моделей сферически-симметричных бозон-фермионных звезд в рамках скалярно-тензорных теорий гравитации с массивным дилатоном. Математическая модель таких звезд представляет собой двухпараметрическую нелинейную задачу, зависящую от радиуса R_s фермионной части звезды и от частоты Ω осцилляций бозонного поля.

Для решения задачи полупрямая $(0, \infty)$ расщепляется на внутренность звезды $[0, R_s]$ и область вне звезды $[R_s, \infty)$. В каждой подобласти физическая модель приво-

дит к нелинейной краевой задаче для метрических функций, а также для функций фермионной и бозонной материи и дилатонного поля. Эти краевые задачи имеют различную размерность внутри и вне звезды. Решения краевых задач в каждой подобласти находятся независимо друг от друга и сшиваются на неизвестной границе R_s . Для решения возникающих дифференциальных и алгебраических задач применяется непрерывный аналог метода Ньютона.

Численным методом изучается поведение основных геометрических величин и функций, описывающих дилатонное поле и поля материи, из которых строятся бозон-фермионные звезды.

Boyadjiev T. L. et al. JINR Preprint E11-2002-106. Dubna, 2002; submitted to «J. Comput. Appl. Math.».

Предложена сплайн-коллокационная схема для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Для достаточно гладких решений точность схемы $O(h^4)$ на равномерной сетке с шагом h . Реализация схемы сводится к системе алгебраических уравнений с блочно-диагональной матрицей, для решения которой применяется метод, обобщающий класси-

Лаборатория информационных технологий.
Комплекс PC-кластеров, состоящий из интерактивного кластера и вычислительной фермы общего назначения, вычислительной фермы для экспериментов на LHC (CMS, ATLAS, ALICE) и кластера для параллельных вычислений на базе технологии MYRINET



Laboratory of Information Technologies.
A complex of PC clusters, consisting of an interactive cluster and computer farm of general purpose, a computer farm for the LHC (CMS, ATLAS, ALICE) experiments and a cluster for parallel counting on the basis of MYRINET technique

ческий метод прогонки. Схема отличается простотой реализации на равномерных и неравномерных сетках и легко обобщается на задачи с разрывными коэффициентами без нарушения структуры алгебраической системы. Схема может быть использована при решении широкого класса задач в разных областях физики.

Бояджиев Т. Л. Сообщение ОИЯИ P11-2002-101. Дубна, 2002.

Учебно-научный центр

В рамках образовательной программы с 24 августа по 19 сентября группа румынских студентов из университетов Бухареста, Ясс, Крайовы, Клуж-Напока, Тимишоара проходила практику в ОИЯИ. Ребята побывали с обзорными экскурсиями в лабораториях Института, по-

знакомились с базовыми установками ОИЯИ. Участие в практических исследованиях в рамках экспериментов под руководством и в тесном сотрудничестве с учеными Института усилило, по отзывам студентов, убежденность в правильности выбора будущих профессий. Многие из них свои дипломные работы хотели бы выполнить в лабораториях ОИЯИ.

К вступительным экзаменам в очную аспирантуру ОИЯИ (осень 2002 г.) допущено девять выпускников-физиков. Научными руководителями абитуриентов являются ведущие специалисты лабораторий Института: ЛТФ, ЛВЭ, ЛНФ, ЛФЧ, ЛИТ. По традиции аспиранты будут работать в лабораториях и подразделениях Института, участвуя в исследованиях по тематике ОИЯИ, а также заниматься в Учебно-научном центре.



Учебно-научный центр.
Румынские студенты-практиканты
у директора УНЦ С. П. Ивановой
(справа)

JINR University Centre.
Romanian students visit
UC Director S. Ivanova (right)

ential equations is proposed. For smooth enough solutions, precision of the scheme is $O(h^4)$ on the uniform grid. The implementation of the scheme leads to a block-diagonal algebraic system, solved by means of the appropriate sweep method. The scheme can be easily generalized on discontinuous problems without violation of the structure of the algebraic systems. The scheme can be used for solving various physical problems.

Boyadjeiev T. L. JINR Communication P11-2002-101. Dubna, 2002.

JINR University Centre

Within the JINR Educational Programme, on 24 August – 19 September 2002, a group of Romanian students from the universities of Bucharest, Cluj-Napoca, Craiova, Iasi, and Timisoara had practice at the Institute. They had

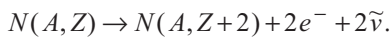
excursions to the Institute's Laboratories and were acquainted with JINR's basic research facilities. The students said that their participation in actual research under the supervision of, and in close communication with, the Institute's scientists had yet strengthened their confidence in the correctness of their future profession choice. Many of them would like now to prepare their diploma theses at JINR.

In the autumn of 2002, nine physics graduates were admitted to the entrance examinations to the JINR full-time postgraduate studies. The applicants' scientific supervisors are leading scientists of the Laboratories of Theoretical Physics, High Energies, Neutron Physics, Particle Physics, and Information Technologies. According to the established order, the postgraduates will work at the Institute's Laboratories and subdivisions, where they will participate in JINR's specific research programmes, and attend courses at the University Centre.

О. И. Кочетов, А. А. Смольников, Ю. А. Шитов

Исследование двойного бета-распада в эксперименте NEMO-3

Исследование двойного бета-распада имеет долгую и довольно интересную историю. Еще в 1935 г. М. Гепперт-Майер впервые рассмотрела возможность распада ядра с одновременным вылетом двух электронов и двух (анти)нейтрино:



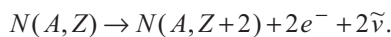
Первые теоретические оценки периода полураспада такого процесса, называемого двухнейтринным двойным бета-распадом ($2\nu\beta\beta$), дали значения порядка 10^{20} лет, что значительно превышает время жизни ядер относительно обычного бета-распада. Эти оценки сразу указали на нетривиальность экспериментального поиска такого сверхредкого процесса. Только в 1968 г. Тилу Кирстену и его группе удалось впервые в геохимическом эксперименте обнаружить избыточное содержание

^{130}Xe — дочерних ядер двойного бета-распада ^{130}Te в минерале с известным геологическим возрастом, содержащем Те. Это было первое экспериментальное указание на существование двойного бета-распада, однако в геохимическом эксперименте проводится поиск только дочерних ядер распада, поэтому в нем нельзя определить, по какому конкретному каналу осуществляется сам процесс. И лишь начиная с 1985 г. в прямых экспериментах стали получать положительные результаты по измерению спектров двух участвующих в $2\nu\beta\beta$ -распаде электронов. На сегодняшний день двухнейтринный двойной бета-распад с периодом полураспада от 10^{19} до 10^{21} лет обнаружен в прямых экспериментах уже для восьми изотопов — потенциальных $\beta\beta$ -распадчиков (^{48}Ca , ^{76}Ge , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te , ^{150}Nd),

O. Kochetov, A. Smolnikov, Yu. Shitov

Double Beta Decay Investigation with NEMO-3

The double beta decay investigation has a long and interesting history. As far back as 1935 M. Goeppert-Mayer first considered a possibility of a nuclear decay with simultaneous emission of two electrons and two (anti)neutrinos:



The first theoretical evaluations of the half-life of this process, called a two-neutrino double beta decay ($2\nu\beta\beta$), yielded values of the order of 10^{20} years, which was much larger than the ordinary beta decay life of nuclei. These evaluations indicated at once that experimental search for this super-rare process would be a nontrivial problem. It was not until 1968 that Till Kirsten and his group were able, while carrying out a geochemical experiment, to observe for the first time an excess concentration of ^{130}Xe , daughter nuclei of ^{130}Te arising from its double beta decay, in a Te-contain-

ing mineral of the known geological age. It was the first experimental evidence of occurrence of a double beta decay. However, the geochemical experiment is aimed at searching for only daughter nuclei from the decay, and thus it does not allow the particular channel of the process to be found. Only starting in 1985, positive results became available from direct experiments on measuring spectra of two electrons participating in the $2\nu\beta\beta$ decay. By now the two-neutrino double beta decay with a half-life from 10^{19} to 10^{21} years has been observed in direct experiments for eight potentially $\beta\beta$ -decaying isotopes (^{48}Ca , ^{76}Ge , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te , ^{150}Nd), but the uncertainties in the calculation of nuclear matrix elements for the $2\nu\beta\beta$ decay and quite large statistical and systematic errors in the experimental results still make it impossible to elaborate an adequate model

однако существующие неопределенности в расчете ядерных матричных элементов $2\nu\beta\beta$ -распада и еще достаточно большие статистические и систематические погрешности экспериментальных результатов до сих пор не позволяют составить адекватную модель для описания структуры ядер, участвующих в данном процессе.

В 1937 г. Этторе Майорана сделал предположение о возможности существования частицы, тождественной своей античастице («майорановский» тип частицы), и в том же 1937 г. Дж. Рака рассмотрел возможность безнейтринного двойного бета-распада, экспериментальный поиск которого может привести к обнаружению майорановского нейтрино. Безнейтринный двойной бета-распад ($0\nu\beta\beta$ -распад) в стандартной модели электрослабых взаимодействий (СМ) запрещен из-за нарушения лептонного числа на две единицы:

$$N(A, Z) \rightarrow N(A, Z+2) + 2e^-.$$

Поэтому $0\nu\beta\beta$ -распад является процессом, экспериментальное открытие которого будет одним из проявлений новой физики за пределами СМ. Сам факт существования $0\nu\beta\beta$ -распада связан со следующими фундаментальными аспектами физики элементарных частиц:

несохранением лептонного числа, наличием у нейтрино массы покоя, примесью правых токов в электрослабом взаимодействии, существованием безмассового голдстоуновского бозона — майорона.

Основной интерес к этому процессу в первую очередь связан с проблемой массы нейтрино: если $0\nu\beta\beta$ -распад будет обнаружен, то это должно означать, что электронное нейтрино есть частица майорановского типа с ненулевой массой покоя.

Полученные недавно результаты по регистрации солнечных нейтрино на установках SNO (Sudbury Neutrino Observatory, Канада) и «Superkamiokande» (Япония) явно указывают на то, что нейтрино различных ароматов (электронные, мюонные и тауонные) имеют ненулевые массы покоя и обладают свойством смешивания ароматов, что проявляется в виде нейтринных осцилляций — переходов одних типов нейтрино в другие. Однако, несмотря на такие выдающиеся успехи современных экспериментов по регистрации солнечных нейтрино, вопрос об абсолютных величинах собственных нейтринных массовых состояний до сих пор остается открытым.

Только совместный анализ новых экспериментов по безнейтринному двойному бета-распаду и по измере-

for describing the structure of the nuclei participating in this process.

In 1937 Ettore Majorana came up with an idea that there might be a particle identical to its antiparticle (Majorana-type particle). In the same year G. Raca examined a possibility of a neutrinoless double beta decay, the experimental search for which might result in discovering a Majorana neutrino. In the standard model of electroweak interactions (SM) the neutrinoless double beta decay ($0\nu\beta\beta$ decay) is forbidden because of lepton number violation by two units:

$$N(A, Z) \rightarrow N(A, Z+2) + 2e^-.$$

Therefore, the $0\nu\beta\beta$ decay is a process which, when experimentally observed, will be a manifestation of new physics beyond the SM. The very existence of the $0\nu\beta\beta$ decay is related to the following fundamental aspects of elementary particle physics: nonconservation of the lepton number, existence of neutrino rest mass, right-handed current admixture in electroweak interaction, existence of massless Goldstone boson — majoron.

Particular interest in this process arises first of all from neutrino mass problem: if the $0\nu\beta\beta$ decay is found, it will

mean that the electron neutrino is a Majorana particle with nonzero rest mass.

The recent results on solar neutrino flux measurements at SNO (Sudbury Neutrino Observatory, Canada) and Superkamiokande (Japan) clearly indicate that neutrinos of various flavours (electron, muon, and tau) have nonzero rest masses and a flavour mixing property, which manifests itself in neutrino oscillation, i. e., transition of one neutrino type into another. However, despite this remarkable progress in experimental detection of solar neutrinos, the question of absolute values of neutrino mass eigenstates is still an open question.

Only simultaneous analysis of new experiments on the neutrinoless double beta decay and on measurement of the beta spectrum of low-energy beta transitions may lead to experimental determination of these values and give an answer to the question whether neutrinos are Majorana or Dirac particles.

Up to now, the most sensitive experiments on the search for the $0\nu\beta\beta$ decay have been «calorimetric» experiments with highly pure germanium detectors of enriched ^{76}Ge (Heidelberg–Moscow, Gran Sasso, Italy; IGEX, Canfranc,

нию бета-спектра низкоэнергичных бета-переходов может привести к экспериментальному установлению этих величин и дать ответ на вопрос, являются нейтрино майорановскими или дираковскими частицами.

До сегодняшнего дня наиболее чувствительными экспериментами по поиску $0\nu\beta\beta$ -распада были «калориметрические» эксперименты с использованием сверхчистых германиевых детекторов, изготовленных из обогащенного ^{76}Ge (Гейдельберг–Москва, Гран-Сассо, Италия; IGEX, Sanfranc, Испания, и Баксан, Россия). В этих экспериментах [1, 2] был достигнут предел на время жизни ^{76}Ge относительно безнейтринного двойного бета-распада более $2 \cdot 10^{25}$ лет, что соответствует ограничению на массу майорановского электронного нейтрино менее 0,3–1,0 эВ, в зависимости от неопределенности расчетной величины ядерного матричного элемента. Набор данных в обоих экспериментах продолжался более 10 лет, и к настоящему времени предел чувствительности этих экспериментов достиг насыщения. Настало время создания экспериментальных установок нового поколения.

К таким установкам по праву относится комплексная (трековые газовые детекторы + сцинтилляционный

Spain, and Baksan, Russia). The boundary for the neutrinoless double beta decay lifetime of ^{76}Ge obtained in these experiments [1, 2] is over $2 \cdot 10^{25}$ years, which corresponds to the limit for the Majorana electron neutrino mass below $0.3 \div 1.0$ eV depending on the uncertainty of the calculated nuclear matrix element. In both experiments data taking went on for over 10 years, and now their sensitivity limit has been attained. The time has come to build experimental facilities of a new generation.

One of such facilities is a combined (track gas detectors + scintillation calorimeter + magnetic field) facility NEMO-3 (see Fig. 1 and the cover photo) capable of measuring not only the total energy of $\beta\beta$ -decay electrons but also all the other parameters of this process for all $\beta\beta$ -interesting isotopes of total mass up to 20 kg [3].

NEMO-3 has the shape of a torus. It is a knock-down modular structure of 20 segments. The NEMO-3 recording system comprises a track detector of 6180 Geiger gas counters and a calorimeter of 1940 plastic scintillators viewed by low-background photomultipliers. With 3-m-long drift Geiger cells in the NEMO-3 track chamber, it was possible to get a very good space resolution of track vertices. The

калориметр + магнитное поле) установка NEMO-3 (см. рис. 1 и фото на обложке), способная измерять не только суммарную энергию электронов $\beta\beta$ -распада, но и все остальные параметры этого процесса одновременно для всех практически интересных $\beta\beta$ -изотопов с общей массой до 20 кг [3].

Установка NEMO-3 имеет форму тора и представляет собой разборную модульную конструкцию из 20 сегментов. Регистрирующая система NEMO-3 включает в себя трековый детектор на основе 6180 гейгеровских газовых счетчиков и калориметр, состоящий из 1940 пластмассовых сцинтилляторов, просматриваемых низкофоновыми ФЭУ. При трехметровой длине дрейфовых гейгеровских ячеек в трековой камере NEMO-3 удалось добиться хорошего пространственного разрешения вершин треков. Трековый объем установ-

Рис. 1. Общий вид детектора NEMO-3: 1 — фольги-источники; 2 — сцинтилляторы, внешняя сторона; 3 — ФЭУ; 4 — трековый объем

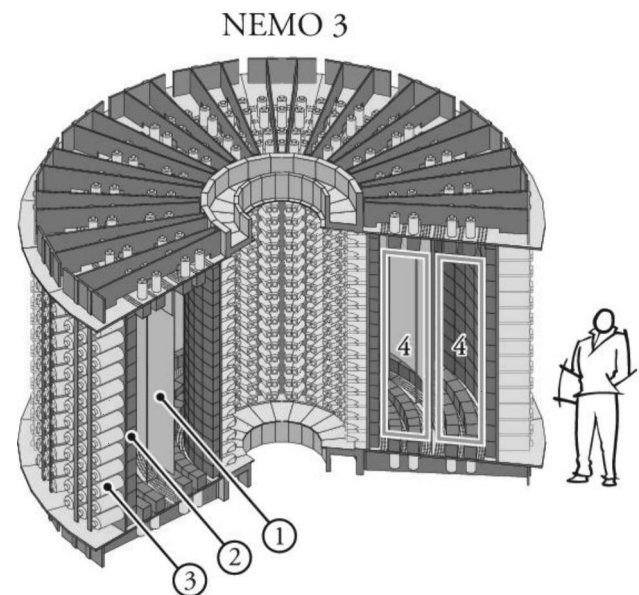


Fig. 1. The NEMO-3 general view: 1 — foils-sources; 2 — scintillators; 3 — the PMT set-up; 4 — track volume

track volume ($\sim 20 \text{ m}^3$) is filled with a working mixture of helium and 5 % of ethanol from a special continuous-flow gas system. Scintillation detectors perform a few functions. They record energy of electrons emitted in the course of the double beta decay, reject background γ quanta, measure time-of-flight characteristics, and produce a fast trigger signal. Scintillators are arranged into two concentric cylindrical

ки ($\sim 20 \text{ м}^3$) заполняется из специальной проточной газовой системы рабочей смесью гелия и 5 %-х паров этанола. Сцинтилляционные детекторы выполняют несколько функций: регистрацию энергии электронов, излучаемых в процессе двойного бета-распада; режек-тирование фоновых γ -квантов; измерение времяпролет-ных характеристик и выдачу быстрого сигнала триггера. Сцинтилляторы формируют две концентрические цилиндрические стены, которые определяют внутреннюю и внешнюю поверхность детектора. Для обеспечения $\sim 4\pi$ -геометрии измерений верхняя и нижняя плоскости установки имеют дополнительные ряды сцинтилляционных блоков между рядами ячеек гейгеровских счетчиков. Полная масса сцинтилляторов 7200 кг, площадь рабочей поверхности всех сцинтилляторов приблизительно 50 м^2 . Источники двойного бета-распада, изготовленные из обогащенных изотопов, выполнены в виде тонкослойных фольг и помещаются непосредственно в газовый объем трековой части установки. Таким образом, в настоящее время в NEMO-3 одновременно измеряются семь $\beta\beta$ -изотопов (^{48}Ca , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te , ^{150}Nd) общей массой около 10 кг.

Основное преимущество эксперимента NEMO-3 — это возможность регистрации треков и измерение энергии обоих электронов $\beta\beta$ -распада, что позволяет анализировать практически все характеристики двойного бета-распада: суммарную энергию электронов, спектры одиночных электронов, угловые корреляции и т. д. Эту уникальную информацию невозможно получить в геохимических и калориметрических экспериментах. В эксперименте NEMO-3 предусмотрено активное подавление фона сразу по нескольким критериям отбора полезных событий: 1) трековая камера позволяет выделять заряженные частицы с общей вершиной на поверхности источника; 2) точные временные измерения позволяют отделять полезные события, исходящие из источника, от сквозного пролета заряженной частицы; 3) магнитное поле ($\sim 30 \text{ Гс}$) позволяет по кривизне траекторий выделять электрон-позитронные пары, рождаемые гамма-квантами в фольге источника, что является наиболее опасным фоновым каналом, индуцированным нейтронами. Кроме активного подавления фона предусмотрена многослойная пассивная защита, включающая в себя сами пластмассовые сцинтилляторы, медь (катушки соленоидов), железо и комбинацию из деревянных блоков и баков с водой для защиты от нейтронов.

cal walls, making up the inner and outer surfaces of the detector. The upper and lower planes of the facility have additional rows of scintillator blocks between the rows of the Geiger counter cells to provide $\sim 4\pi$ geometry. The total mass of the scintillators is 7200 kg, the working surface area of all scintillators is about 50 м^2 . Double beta decay sources of enriched isotopes are thin foils placed directly into the gas volume of the track part. Thus, seven $\beta\beta$ isotopes (^{48}Ca , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te , ^{150}Nd) of total mass about 10 kg are simultaneously measured in NEMO-3 now.

The main advantage of the NEMO-3 experiment is a possibility of recording tracks and measuring energy of the both $\beta\beta$ -decay electrons, which allows one to analyze virtually all double beta decay characteristics, such as total energy of the electrons, spectra of single electrons, angular correlations, etc. This unique information cannot be gained in geochemical and calorimetric experiments. Active background suppression in NEMO-3 favours a few criteria for selection of useful events at once: (i) the track chamber allows distinguishing of charged particles with the common vertex on the source surface; (ii) accurate time measure-

ments enable useful events originating from the source to be separated from the through flight of a charged particle; (iii) the magnetic field ($\sim 30 \text{ G}$) allows electron-positron pairs produced by gamma quanta in the source foil, which are the most dangerous neutron-induced background channel, to be distinguished by the trajectory curvature. Apart from active background suppression, multiplayer passive shielding is provided. It includes plastic scintillators, copper (solenoid coils), iron, and a combination of wooden blocks and tanks with water for protection against neutrons.

The NEMO-3 design permits sources for time calibration (^{60}Co) and absolute energy calibration (^{90}Sr , ^{207}Bi , ^{137}Cs) of the scintillators to be inserted into the facility. The calibration neutron source is placed outside. In this case the Compton electrons from gamma quanta accompanying neutron capture in the material are used to calibrate the track chamber. Apart from absolute energy calibrations carried out a few times a year, laser-assisted relative energy calibrations are carried out every day.

For NEMO-3 to be shielded against cosmic ray background, it is installed in the Modane underground laboratory (LSM), built in a branch near the middle of the 13-km Frejus

Конструкция NEMO-3 позволяет вводить внутрь установки источники для проведения временных (^{60}Co) и абсолютных энергетических калибровок (^{90}Sr , ^{207}Bi , ^{137}Cs) сцинтилляторов. Калибровочный источник нейтронов располагается снаружи установки, в этом случае комптоновские электроны от гамма-квантов, сопровождающих захват нейтронов в веществе, используются для калибровки трековой камеры. Кроме абсолютных энергетических калибровок, проводимых несколько раз в год, в установке NEMO-3 осуществляются ежедневные относительные энергетические калибровки с помощью лазера.

Для защиты от космического фона установка NEMO-3 расположена в подземной лаборатории Модан (LSM), построенной в ответвлении 13-километрового автомобильного туннеля Фрейджюс, соединяющего Францию и Италию. Толщина скальных пород над лабораторией равна 1700 м (4800 метров водного эквивалента). В этих условиях фон от космического излучения составляет всего 4 мюона/м²/сут.

Основу коллаборации NEMO составляют ОИЯИ (Дубна), французские институты LAL (Орсэ), IReS (Страсбург), CENBG (Бордо) и российские институты

ИТЭФ и (с 1998 г.) ИЯИ РАН. Полная же география участников эксперимента гораздо шире: Франция, Россия, США, Чехия, Япония, Финляндия. Руководителем коллаборации NEMO является вице-директор LAL проф. С. Жюллиан, соруководитель со стороны ОИЯИ — В. Б. Бруданин.

Сотрудники Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ принимают активное участие в серии экспериментов NEMO начиная с 1993 г., когда создавались прототипы NEMO-1 и NEMO-2. Первые прототипы позволили отработать методику, изучить собственный фон установки и процессы, имитирующие события $\beta\beta$ -распада. Кроме того, с помощью спектрометра NEMO-2 были измерены периоды полураспада $2\nu\beta\beta$ -распада ^{100}Mo , ^{96}Zr , ^{116}Cd и ^{82}Se . Эти результаты являются на сегодня лучшими в мире.

Основным вкладом ОИЯИ в создание установки NEMO-3 является изготовление сцинтилляционного калориметра, общий вес которого равен примерно 7 т. В течение 1993–1999 гг. в ЛЯП на специально созданной технологической линии было изготовлено более 2500 сцинтилляторов. Для достижения наилучшего энергетического разрешения калориметра проводилось тести-

highway tunnel connecting France and Italy. The thickness of the rock above the laboratory is 1700 m (4800 metres water equivalent). Under these conditions the cosmic ray background is as small as 4 muons/m²/d.

The major participants in the NEMO collaboration are JINR (Dubna), French institutes LAL (Orsay), IReS (Strasbourg), CENBG (Bordeaux) and Russian institutes ITEP and INR RAS. Yet, the overall representation in the collaboration is geographically much wider, including France, Russia, the United States, the Czech Republic, Japan, Finland. The NEMO collaboration leader is LAL Vice-Director S. Jullian, the co-leader from JINR is V. B. Brudanin.

The staff members of JINR's LNP have been taking an active part in NEMO experiments since 1993, when the NEMO-1 and NEMO-2 prototypes were being built. The prototypes made it possible to optimize techniques, to investigate the intrinsic background of the facility and the processes imitating $\beta\beta$ -decay events. In addition, $2\nu\beta\beta$ -decay half-lives of ^{100}Mo , ^{96}Zr , ^{116}Cd , and ^{82}Se were measured with the NEMO-2 spectrometer. The results are the world's best to date.

The major JINR contribution to NEMO-3 is construction of the scintillation calorimeter weighing about 7 t. In 1993–1999 over 2500 scintillators were produced on the technological line specially built at JINR's LNP. To get the best possible energy resolution of the calorimeter, scintillators made by various technologies, of various shapes and dimensions were tested; finished scintillators were selected by resolution. In addition, various methods of machining the scintillator surface were tried; various types of photomultipliers, reflectors, light guides and various ways of connecting optical system elements were investigated. As a result, it became possible to get the energy resolution $\Delta E/E$ for 1-MeV electrons averaged over all detectors as good as 12 %. This was a unique achievement by itself, considering that each scintillator weighed from 3 to 5 kg.

Also, a larger part of load-carrying structures (250 t of copper and steel) and steel shielding (200 t) for NEMO-3 were manufactured at the JINR Experimental Workshop. The cable system (~ 100 km of cables) for the experiment was made and tested at LNP. All the work was done in compliance with the severe requirements to radioactive purity of materials maintained at NEMO-3.

Рис. 2. Одно из первых событий двойного двухнейтринного бета-распада ^{100}Mo , зарегистрированное в NEMO-3

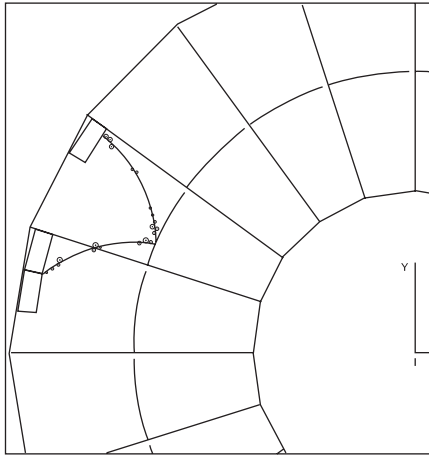


Fig. 2. One of the first events of a double two-neutrino beta decay of ^{100}Mo , registered at NEMO-3

Рис. 3. Спектр суммарной энергии электронов двойного двухнейтринного бета-распада ^{100}Mo , набранный за первую 100-часовую экспозицию на установке NEMO-3

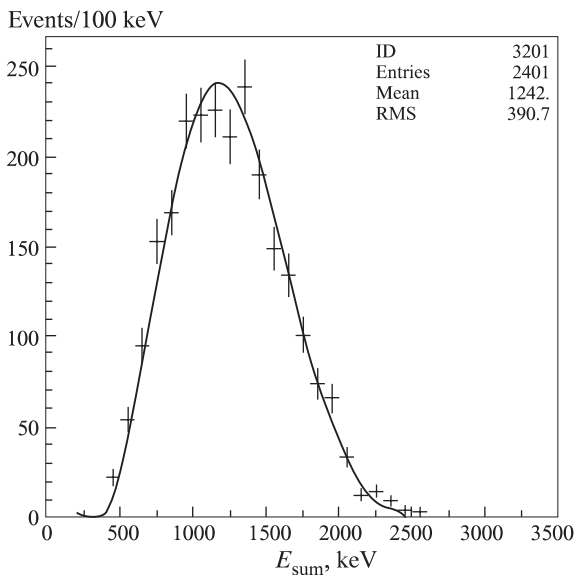


Fig. 3. The spectrum of sum energy of electrons in double two-neutrino beta decay of ^{100}Mo , collected during the first 100-hour exposition at NEMO-3

The LNP staff members also take a major part in developing software for the experiment, which includes develop-

ment of special software for track information processing and time calibration, development of the database and a simulation package. Now NEMO-3 is completely assembled and commissioned. In June 2002 its operation was tested in the course of two-week measurements under normal conditions. For only 100 hours of measurement 2401 events of the ^{100}Mo $2\nu\beta\beta$ decay were recorded (see the spectrum in Fig. 3), which is 1.5 times larger than the entire statistics accumulated for two years of measurements at NEMO-2.

On 12 July 2002, an official presentation of the NEMO-3 experiment took place at the underground laboratory LSM. Official representatives of the French and Russian scientific centres and leading scientists from other countries were invited to attend the ceremony together with the participants in the experiment. The JINR delegation included V. G. Kadyshevsky, Ts. Vylov, P. N. Bogolyubov, and A. V. Belushkin.

At the first stage of NEMO-3 measurements with 7 kg of ^{100}Mo , it is planned to attain the sensitivity $T_{1/2}^{0\nu\beta\beta} \sim 5 \cdot 10^{24}$ years or the neutrino mass limit 0.1–0.4 eV

ment of special software for track information processing and time calibration, development of the database and a simulation package.

Now NEMO-3 is completely assembled and commissioned. In June 2002 its operation was tested in the course of two-week measurements under normal conditions.

For only 100 hours of measurement 2401 events of the ^{100}Mo $2\nu\beta\beta$ decay were recorded (see the spectrum in Fig. 3), which is 1.5 times larger than the entire statistics accumulated for two years of measurements at NEMO-2.

On 12 July 2002, an official presentation of the NEMO-3 experiment took place at the underground laboratory LSM. Official representatives of the French and Russian scientific centres and leading scientists from other countries were invited to attend the ceremony together with the participants in the experiment.

The JINR delegation included V. G. Kadyshevsky, Ts. Vylov, P. N. Bogolyubov, and A. V. Belushkin.

At the first stage of NEMO-3 measurements with 7 kg of ^{100}Mo , it is planned to attain the sensitivity $T_{1/2}^{0\nu\beta\beta} \sim 5 \cdot 10^{24}$ years or the neutrino mass limit 0.1–0.4 eV

пуск. В июне 2002 г. работоспособность NEMO-3 была проверена в ходе двухнедельных измерений в штатном режиме. Всего лишь за 100 часов измерений было зарегистрировано 2401 событие по каналу $2\nu\beta\beta$ -распада ^{100}Mo (см. спектр на рис. 3), что в полтора раза больше всей статистики, накопленной за два года измерений в NEMO-2.

12 июля 2002 г. в подземной лаборатории LSM состоялась официальная презентация NEMO-3, на которую, кроме самих участников эксперимента, были приглашены ведущие ученые и официальные представители из французских, российских и других научных центров разных стран. В официальную делегацию ОИЯИ входили В. Г. Кадышевский, Ц. Вылов, П. Н. Боголюбов, А. В. Белушкин.

На первом этапе измерений с 7 кг ^{100}Mo в эксперименте NEMO-3 за несколько лет планируется достигнуть чувствительности $T_{1/2}^{0\nu\beta\beta} \sim 5 \cdot 10^{24}$ лет или предела на массу нейтрино 0,1–0,4 эВ. На следующих этапах с 20 кг ^{82}Se , а затем и с 20 кг ^{150}Nd планируется достичь рекордной чувствительности по массе электронного нейтрино менее 0,1 эВ.

Дальнейшие успехи в данном направлении связываются с возможностью осуществления проекта по раз-

делению изотопов МЦЫРИ, подготавливаемого в настоящее время в ОИЯИ совместно с РИЦ «Курчатовский институт». В случае успешной реализации проектов NEMO и МЦЫРИ вполне реальной выглядит перспектива новых экспериментов по поиску $0\nu\beta\beta$ -распада с использованием десятков и сотен килограмм исследуемого вещества и достижение чувствительности по массе нейтрино на уровне 0,01 эВ.

В заключение необходимо подчеркнуть, что новые результаты по исследованию двойного бета-распада в ближайшие 5–10 лет будут связаны в первую очередь с работой NEMO-3. Примерно столько времени потребуется другим новым проектам такого масштаба для того, чтобы перейти из стадии начальных исследований и разработок к практическому осуществлению.

Список литературы

1. *Klapdor-Kleingrothaus H.V.* // Part. Nucl., Lett. 2001. No. 1[104]. P. 20.
2. *Aalseth C. E. et al. (IGEX collaboration)* // Phys. Atom. Nucl. 2000. V. 63. No. 7. P. 1299.
3. *Longuemare C. J. (NEMO collaboration)* // Part. Nucl., Lett. 2001. No. 3[106]. P. 62.

in a few years. At the next stages with 20 kg of ^{82}Se and then with 20 kg of ^{150}Nd as well, it is planned to attain the record electron neutrino mass sensitivity below 0.1 eV.

Further progress in this field depends on implementation of the isotope separation project MCYRI, which is now being developed at JINR together with the Russian Research Centre «Kurchatov Institute». If both NEMO and MCYRI projects are successfully implemented, it becomes quite real to carry out new experiments on the search for $0\nu\beta\beta$ decay with tens and hundreds of kilograms of the enriched isotopes and to attain a neutrino mass sensitivity at a level of 0.01 eV.

In conclusion it should be emphasized that in the coming 5–10 years new results in the investigation of the double

beta decay will be associated primarily with NEMO-3. This is the time that new projects of this scale need to pass from initial research and development stage to practical implementation.

References

1. *Klapdor-Kleingrothaus H. V.* // Part. Nucl., Lett. 2001. No. 1[104]. P. 20.
2. *Aalseth C. E. et al. (IGEX collaboration)* // Phys. Atom. Nucl. 2000. V. 63. No. 7. P. 1299.
3. *Longuemare C. J. (NEMO collaboration)* // Part. Nucl., Lett. 2001. No. 3[106]. P. 62.

Д. Т. Мадигожин

Точное измерение среднего времени жизни K_S^0 -мезонов и масс η - и K^0 -мезонов в эксперименте NA48

Точные измерения основных физических параметров — масс и времен жизни хорошо известных частиц — остаются весьма актуальными, поскольку эти параметры используются в анализе данных современных физических экспериментов, таких как изучение непрямого и прямого нарушения CP-симметрии [1] и точные проверки CPT-инвариантности. В последние годы время жизни K_S^0 было известно с относительной точностью около 0,1 %. Мировая средняя относительная неопределенность массы K^0 была $\pm 6 \cdot 10^{-6}$. Масса η была известна хуже — с неопределенностью $\pm 2 \cdot 10^{-4}$. Недавние измерения в эксперименте NA48 [2, 3] в пучке SPS в

ЦЕРН значительно улучшили точность нашего знания об этих физических константах.

В методе измерения времени жизни K_S^0 использовались преимущества почти коллинеарных пучков K_L^0 и K_S^0 на установке NA48, что приводит в первом порядке к сокращению акцептанса детектора в отношениях распределений K_S^0 и K_L^0 по времени жизни в каждом энергетическом бине спектров. Остаточные эффекты акцептанса были учтены точным моделированием методом Монте-Карло. Отбор каонов и анализ систематических эффектов были аналогичны тем, что использовались

D. Madigozhin

Precision Measurement of K_S Lifetime and Masses of η and K^0 in the NA48 Experiment

Precision measurements of the basic physics parameters, such as the masses and mean lifetimes of the well-known particles, are still very important as essential inputs to many experimental analyses as well as theoretical estimations. In particular, these values are used in studies of indirect and direct CP violation [1] or precision tests of CPT invariance. Only the well-advanced experiments with a precise detector capability and collecting world largest data samples are able now to improve the current knowledge on these constants. The K_S^0 lifetime was known with a relative precision of about 0.1 %. The world average relative uncertainty for the K^0 mass was $\pm 6 \cdot 10^{-6}$. The η mass was known worse, the uncertainty was $\pm 2 \cdot 10^{-4}$. The recent NA48 measurements [2, 3] at CERN's SPS have improved essentially the precision of our knowledge about these constants.

The method for the K_S^0 lifetime measurement has exploited the advantages of the near collinear K_L^0 and K_S^0 beams of the NA48 set-up, leading to the first-order cancelling of the detector acceptances in the ratio of the K_S^0 and K_L^0 time distributions in every energy bin of the spectra. The K_S^0 mean lifetime is estimated from the fit of the measured $K_S^0(t)/K_L^0(t)$ ratio. The fit result has very small sensitivity to the K_L^0 lifetime due to its very large value with respect to the K_S^0 one. The rest of the acceptance effects have been taken into account by the precise Monte-Carlo simulation. The kaons selection and systematic effects analysis were similar to the ones used to achieve the main NA48 task — measurement of direct CP violation parameter ϵ'/ϵ . The

для достижения главной цели эксперимента NA48 — измерения параметра прямого CP-нарушения ϵ'/ϵ . Измерение было выполнено как для распада $K^0 \rightarrow \pi^0\pi^0$, так и для моды $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Объединенный результат $\tau(K_S^0) = (0,89598 \pm 0,00048 \pm 0,00051) \cdot 10^{-10}$ с (первая ошибка — статистическая, вторая — систематическая). Точность этого измерения лучше, чем у последнего среднего мирового значения, а измеренная величина примерно на 1,7 стандартных отклонений выше него.

Массы K^0 - и η -мезонов были измерены с использованием их распадов на три нейтральных пиона со средними энергиями около 110 ГэВ. Фотоны из распадов нейтральных пионов детектировались с помощью точного квазигомогенного жидкокриптонового калориметра, построенного при значительном участии ОИЯИ. Этот калориметр позволяет точно измерить энергии и поперечные положения фотонов высоких энергий. Массы изучаемых мезонов измерялись по отношению к массе π^0 таким образом, что возможный линейный сдвиг энергетической шкалы в конечном результате сокращался.

Нейтральный пучок K_L^0 создавался на основе выведенного из SPS протонного пучка с импульсом 450 ГэВ/с. Нейтральный вторичный пучок генерировался с использованием трех стадий коллимации на протяжении 126 метров. Благодаря большому расстоянию между мишенью и распадным объемом в распадах доминируют $K_L^0 \rightarrow 3\pi^0$. Во время специальных периодов регистрации данных пучок отрицательно заряженных вторичных частиц направлялся на мишени, временно размещенные в начале и в конце распадного объема каонов, а η -мезоны рождались и распадались внутри этих мишеней. Чтобы минимизировать чувствительность измерения к остаточной нелинейности отклика калориметра, отбирались только такие распады, все продукты которых имели сравнимые между собой энергии. Энергия каждого гамма-кванта могла отклоняться от среднего для данного распада значения не более чем на 30 %.

Были получены следующие значения масс: $M(\eta) = (547,843 \pm 0,051)$ МэВ/с²; $M(K^0) = (497,625 \pm 0,031)$ МэВ/с². Масса K^0 согласуется с известным средним мировым значением в пределах 1,1 стандартного отклонения и имеет неопределенность, близкую к

measurements have been carried out for both $K^0 \rightarrow \pi^0\pi^0$ and $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ decay modes. The combined result $\tau(K_S^0) = (0,89598 \pm 0,00048 \pm 0,00051) \cdot 10^{-10}$ s (the first error is statistical and the second is systematic). It has a precision better than the recent PDG average, and lies about 1.7 standard deviations above it.

The K^0 and η masses have been measured using K_L^0 and η decays to three neutral pions with average energies near 110 GeV. Photons from neutral pion decays were detected with a precise quasi-homogeneous liquid krypton calorimeter, built with a considerable participation of JINR. This device allows photon energies as well as impact transversal coordinates to be measured accurately. The masses are measured with respect to the π^0 mass in such a way that the linear energy scale factor is cancelled in the final expression for the mass.

The neutral K_L^0 beam is derived from the 450 GeV/c protons extracted from the SPS. A neutral beam is generated using three stages of collimation over 126 m. Due to the long distance between the target and the decay region, the decays are dominated by $K_L^0 \rightarrow 3\pi^0$. During special data-

taking periods, a beam of negatively charged secondary particles is directed to special targets near the beginning and towards the end of the kaon decay region, and η mesons are produced and decay inside these targets. To minimise the sensitivity of the measurement to the residual nonlinearity of the calorimeter response, only the decays with comparable energies of all the products have been selected. The energy of every photon was allowed to deviate from the average in this event by no more than 30 %.

The following mass values have been obtained: $M(\eta) = (547,843 \pm 0,051)$ MeV/c²; $M(K^0) = (497,625 \pm 0,031)$ MeV/c². The K^0 mass is consistent with the present world average within 1.1 standard deviations with a similar uncertainty. The uncertainty of the η mass is about 2.4 times smaller than the current world average one, while the η mass differs from the world average by about 4.2 standard deviations. Thus, the new most precise masses of K_S^0 and η , as well as K_S^0 mean lifetime, are now available for the world physics community to be used in the contemporary experiment analysis and theory.

среднемировой. Неопределенность измеренной массы η примерно в 2,4 раза меньше, чем у среднего мирового значения, причем значение массы отличается от мирового среднего примерно на 4,2 стандартных отклонения.

Таким образом, новые точные значения массы и времени жизни K_S^0 , а также массы η теперь доступны мировому физическому сообществу для использования в анализе данных и в теоретических работах.

Список литературы

1. *The NA48 Collaboration*. A precise measurement of the direct CP violation parameter $\text{Re}(\epsilon'/\epsilon)$ // Eur. Phys. J. C. 2001. V. 22. P. 231–254.
2. *The NA48 Collaboration*. A measurement of the K_S^0 lifetime. CERN-EP/2002-028. 2002.
3. *The NA48 Collaboration*. New measurements of the η and K^0 masses. CERN-EP/2002-025. 2002.

A. A. Балдин

Установка МАРУСЯ

Среди фундаментальных проблем современной ядерной физики и физики частиц особую важность имеют проблемы конфайнмента в сильных взаимодействиях, происхождения спина нуклона, структуры вакуума. Решение этих проблем требует последовательных экспериментальных и теоретических исследований процессов, протекающих на расстояниях порядка радиуса конфайнмента. Эта область получила название переходной области энергий, когда протоны и нейтроны, как простейшие составляющие ядра, теряют свою точечноподобную элементарность и необходим учет их внутренней структуры, а также их коллективных взаимодействий внутри ядра. Для изучения этой сложной с теоретической точки зрения области относительных скоростей сталкивающихся ядер наиболее подходящими являются пучки нуклотрона.

Одним из перспективных направлений экспериментального исследования переходной области энергий является изучение подпороговых и кумулятивных процессов, в особенности с учетом направления поляризации сталкивающихся ядер. Под «подпороговыми» здесь понимаются такие реакции, где регистрируются частицы, рождение которых запре-

References

1. *The NA48 Collaboration*. A precise measurement of the direct CP violation parameter $\text{Re}(\epsilon'/\epsilon)$ // Eur. Phys. J. C. 2001. V. 22. P. 231–254.
2. *The NA48 Collaboration*. A measurement of the K_S^0 lifetime. CERN-EP/2002-028. 2002.
3. *The NA48 Collaboration*. New measurements of the η and K^0 masses. CERN-EP/2002-025. 2002.

A. Baldin

The MARUSYA Set-up

Among fundamental problems of modern nuclear and particle physics the problems of confinement in strong interactions, the origin of the spin of a nucleon, the structure of vacuum are of special importance. The solution of these problems requires thorough experimental and theoretical investigation of the processes taking place at the distances of the order of the radius of confinement. This region is called «the transition energy range», when protons and neutrons, as elementary constituents of the nucleus, lose their point-like singularity, and it becomes necessary to account for their internal structure and their collective interactions within the nucleus. The investigation of this range of relative velocities of colliding particles, complicated from the theoretical point of view, is feasible with the Nuclotron beams.

One of the promising directions of the experimental investigation of the transition energy range is the study of subthreshold and cumulative processes, in particular, with account of the direction of polarization of colliding nuclei. Here «subthreshold» reactions are those in which we register the production of particles forbidden by the energy-momentum conservation laws without ac-

щено законами сохранения энергии-импульса без учета коллективных эффектов в ядрах. Дополнительная и независимая информация о механизмах протекания таких процессов может быть получена при изучении спин-зависимых характеристик взаимодействия при рождении различных типов частиц (пионов, протонов, каонов).

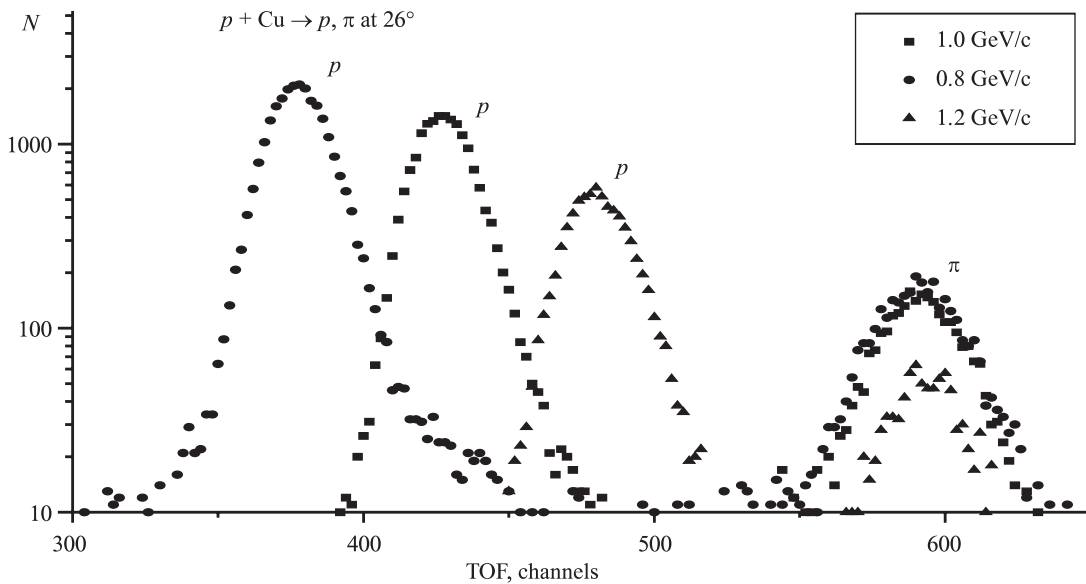
Создаваемая в ЛВЭ ОИЯИ в рамках международной коллаборации установка МАРУСЯ уже имеет в своем составе необходимые детекторы, позволяющие экспериментально изучать часть перечисленных проблем. Светосильный магнитооптический канал обеспечивает необходимую статистику. Вращающийся магнитный спектрометр и времяпролетная система идентификации частиц позволяют исследовать процессы рождения K^+ -,

K^- -мезонов, протонов и ядерных фрагментов в кумулятивной, глубокоподпороговой и некумулятивной областях фазового пространства.

В последнем сеансе работы нуклотрона (июнь 2002 г.) была проведена настройка магнитооптической системы спектрометра и получены спектры пионов, протонов, дейтронов (см. рисунок).

В отличие от дорогостоящих установок с геометрией, близкой к 4π , отличительной особенностью установки МАРУСЯ является использование светосильного магнитооптического спектрометра в сочетании с детектором множественности, способных работать с большими интенсивностями первичного пучка. Это позволяет измерять малые сечения глубокоподпороговых процес-

Спектры протонов и пионов при различных режимах работы магнитооптического спектрометра МАРУСЯ



The spectra of protons and pions at various operating modes of the magneto-optical spectrometer MARUSYA

count of collective effects in nuclei. Additional and independent information on the mechanisms of such processes may be obtained from investigation of spin-dependent parameters of interaction at production of different types of particles (pions, protons, kaons).

The MARUSYA set-up developed at JINR's LHE in the framework of international collaboration is already equipped with the detectors allowing one to carry out experimental investigations of some of the above-mentioned problems. The wide-aperture magneto-optical channel provides the required statistics. The rotating magnetic spectrometer and the time-of-flight system of particle identifica-

tion allow investigating the processes of production of K^+ , K^- mesons, protons and nuclear fragments in the cumulative, deep-subthreshold and noncumulative regions of the phase space.

During the run of the Nuclotron in June, 2002, the adjustment of the magneto-optical system of the spectrometer was carried out, and the spectra of pions, protons, deuterons were measured (see figure).

Unlike expensive set-ups with the geometry close to 4π , the specific feature of the MARUSYA set-up is the application of the high-aperture magneto-optical spectrometer in combination with the multiplicity detector capable of

сов, получать статистически обеспеченные величины поляризационных характеристик исследуемых реакций, проводить эксперименты с пучками вторичных частиц.

В наших первых экспериментах по изучению образования протонов, пионов и каонов под ненулевыми углами в пучках поляризованных дейтронов наблюдалась сложная зависимость векторной анализирующей способности (асимметрии) от энергии пучка, импульса и типа регистрируемых частиц. Так, например, лево-правые асимметрии протонов и пионов имеют разные знаки.

В настоящее время теоретические модели описания поляризационных явлений в переходной области энергий находятся в стадии формулировки основных гипотез, поэтому последовательные экспериментальные исследования в этой области являются крайне важными.

Программа экспериментальных исследований на установке МАРУСЯ построена на основе поэтапного увеличения числа детекторов и усложнения методики регистрации частиц. Это означает, что первые простейшие эксперименты будут продолжены с расширенными возможностями (различные углы регистрации 20° – 90° , широкий диапазон импульсов регистрируемых частиц

от 0,5 до 2 ГэВ/с, более широкий диапазон пучков ну-клотрона). Как показал накопленный опыт, для проведения таких экспериментов на базе нового магнитооптического спектрометра МАРУСЯ достаточно небольшого количества имеющихся детекторов.

К первым экспериментам относятся измерения энергетических и A -зависимостей образования каонов и антипротонов, изучение векторной анализирующей способности в зависимости от типов регистрируемых частиц на пучках поляризованных дейтронов.

Расположение установки дает возможность проводить эксперименты при одновременной работе всех других установок, нацеленных на исследования с выведенными пучками ускорительного комплекса ЛВЭ. Указанная особенность позволяет не только удешевить исследования, но и провести оригинальные эксперименты. Например, в настоящее время прорабатываются постановки экспериментов на спектрометре МАРУСЯ с использованием каналов и установок, расположенных за мишенной станцией. Такое сочетание одновременной работы установок позволяет изучать перечисленные выше реакции с точным измерением переданного импульса.

handling high intensities of the primary beam. This feature allows one to measure low cross-sections of deep-sub-threshold processes, obtain statistically grounded values of polarization characteristics of the reactions of interest, carry out experiments with beams of secondary particles.

In the first experiments on investigation of proton, pion and kaon production under nonzero angles with the beams of polarized deuterons, a complicated dependence of the vector analyzing power (asymmetry) on the beam energy, momentum and type of registered particles was observed. Thus, for example, left-right asymmetries of protons and pions at nonzero angles have opposite signs.

At present, theoretical models of polarization phenomena in the transition energy range are in the process of formulation of basic hypotheses, and thorough experimental investigations in this field are highly necessary.

The programme of experimental investigations at the MARUSYA set-up is formulated on the basis of step-by-step build-up of detectors and complication of the methods of particle registration. This means that the first simple experiments will be continued with more comprehensive capabilities (various registration angles between

20° and 90° , wider range of Nuclotron beams). The gained experience showed that a modest number of the available detectors is sufficient for carrying out such experiments on the basis of the new magneto-optical spectrometer MARUSYA.

The first experiments are the measurement of energy and A -dependences of kaon and antiproton production, the investigation of vector analyzing power depending on the types of registered particles with the beams of polarized deuterons.

The location of the set-up allows experiments to be carried out in parallel with all other installations working with the extracted beams of the LHE accelerator complex. This feature enables one not only to reduce the expenses but also to design original experiments. For example, the ideas of experiments at the MARUSYA set-up using channels and installations situated behind its target station are presently considered. Such a combination of simultaneous operation of experimental installations makes it possible to investigate the above-mentioned reactions with precise measurement of the transmitted momentum.

During the latest runs of the Nuclotron, the investigations in preparation of the SINGLET experiment and corre-

В последних сеансах работы нуклотрона совместно с сотрудниками ЛФЧ ОИЯИ, ИЯИ РАН, ПИЯФ РАН проведена исследовательская работа по подготовке эксперимента СИНГЛЕТ и корреляционных экспериментов по программе коллаборации МАРУСЯ. Получены спектры совпадений двух протонов в реакции $d + A \rightarrow p^+ p^+ \dots$ в условиях кинематики упругого pp -рассеяния под углом 90° в системе центра масс. На основе полученных данных сделаны экспериментальные оценки скорости набора статистики и изучены фоновые условия для планируемых экспериментов. Набран значительный экспериментальный материал при настройке спектрометрических плеч на разные импульсы для анализа корреляций.

Следует отметить, что имеющаяся биологическая защита дает возможность работать с высокими интенсивностями пучков. Это позволит проводить на установке МАРУСЯ прикладные исследования. Эта возможность особенно привлекательна для медико-биологических исследований и при облучении толстых мишеней.

Дальнейшая реализация и модернизация установки во многом будет определяться вкладом коллаборантов из других институтов. С вводом в эксплуатацию уста-

новки МАРУСЯ существенно возрос интерес к проведению исследований ученых из стран-участниц ОИЯИ. Наряду с членами коллаборации МАРУСЯ предложения по участию в ней сформулировали физики из Румынии, Грузии, Болгарии и таких российских институтов, как ИТЭФ, МИФИ, МГУ (Москва).

Приятно отметить, что возросло число молодых ученых, стремящихся подготовить дипломные проекты и кандидатские диссертации на базе установки МАРУСЯ.

Список литературы

1. Балдин А. А. и др. // Письма ЖЭТФ. 1988. Т. 48. С. 127; Baldin A. A. et al. // Nucl. Phys. A. 1990. V. 519. P. 407; Baldin A. A. et al. // JINR Rapid Comm. 1992. No. 3[54]-92.
2. Carrol B. et al. // Nucl. Phys. A. 1988. V. 488. P. 203; Phys. Rev. Lett. 1989. V. 62. P. 1829; Shor A. et al. // Phys. Rev. Lett. 1989. V. 63. P. 2192; Ставинский В. С. // ЭЧАЯ. 1979. Т. 10. С. 979.
3. Dorokhov A. E., Kochelev N. I., Zubov Yu. A. // Int. J. Mod. Phys. A. 1993. V. 8. P. 603.
4. Baldin A. A. et al. // Proc. Intern. Symposium «Dubna Deuteron-95». Dubna, 1995.
5. Baldin A. M. // Nucl. Phys. A. 1985. V. 447. P. 203.
6. Baldin A. M., Didenko L. A. // Fortsch. Phys. 1994. V. 38. P. 261.
7. Арефьев В. А. и др. ОИЯИ, P1-2001-277. Дубна, 2001.

lation experiments according to the programme of the MARUSYA collaboration have been conducted by the joint team of researchers from JINR's LHE and LPP, INR RAS (Moscow), PINP RAS (Gatchina). The spectra of correlations of two protons in the reaction $d + A \rightarrow p^+ p^+ \dots$ in the conditions of the kinematics of elastic pp scattering at 90° in the center-of-mass system were obtained. Experimental evaluations of the rate of statistics collection were made, and background conditions of the planned experiments were analyzed on the basis of the obtained data. A considerable amount of experimental data was obtained at adjustment of the spectrometric arms to different momenta for analysis of correlations.

It should be noted that the existing biological shield permits handling high-intensity beams. This makes feasible applied investigations at the MARUSYA set-up. It is especially attractive for medico-biological research and investigations with thick targets.

Further development and upgrade of the set-up to a large extent will be determined by the input of collaborators from other institutions. The interest of scientists from the JINR member states to experimental investigations using the MARUSYA set-up increased with putting it into opera-

tion. Along with the present members of the MARUSYA collaboration, physicists from Romania, Georgia, Bulgaria and such Russian institutes as ITEP, MEPI, MSU (Moscow) submitted their proposals for participation in the collaboration.

It is encouraging to note that the number of young physicists willing to work on their diploma and PhD theses on the basis of the MARUSYA set-up has recently increased.

References

1. Baldin A. et al. // JETP Lett. 1988. V. 48. P. 127; Baldin A. A. et al. // Nucl. Phys. A. 1990. V. 519. P. 407; Baldin A. A. et al. // JINR Rapid Comm. 1992. No. 3[54].
2. Carrol B. et al. // Nucl. Phys. A. 1988. V. 488. P. 203; Phys. Rev. Lett. 1989. V. 62. P. 1829; Shor A. et al. // Phys. Rev. Lett. 1989. V. 63. P. 2192; Stavinsky V. // Part. Nucl. 1979. V. 10. P. 979.
3. Dorokhov A. E., Kochelev N. I., Zubov Yu. A. // Int. J. Mod. Phys. A. 1993. V. 8. P. 603.
4. Baldin A. A. et al. // Proc. Intern. Symposium «Dubna Deuteron-95». Dubna, 1995.
5. Baldin A. M. // Nucl. Phys. A. 1985. V. 447. P. 203.
6. Baldin A. M., Didenko L. A. // Fortsch. Phys. 1994. V. 38. P. 261.
7. Arefiev V. et al. JINR, P1-2001-277. Dubna, 2001.

А. К. Каминский

Установка для исследований эффекта тепловых ВЧ-повреждений в линейных коллайдерах

В соответствии с тематическим планом ОИЯИ (тема 0985, проект CLIC) и контрактом с ЦЕРН группа ЛСЭ Лаборатории физики частиц решала следующие задачи:

1) создание на основе мазера на свободных электронах (МСЭ) высокочастотного стенда на частоте 30 ГГц для экспериментальных исследований деградации поверхности ускоряющей структуры коллайдера под действием многократных мощных ВЧ-импульсов,

2) модернизация существующей схемы МСЭ-генератора с целью увеличения его эффективности при сохранении уникальных частотных характеристик.

Эти работы поддерживались грантами INTAS и РФФИ. У группы были тесные контакты с ИПФ РАН (Нижний Новгород) и ИЯП БГУ (Минск, Белоруссия).

Суть проблемы, сформулированной в пункте 1, состоит в том, чтобы экспериментально оценить ограничения на ресурс электрон-позитронного коллайдера из-за тепловых нагрузок, возникающих в элементах ускоряющих структур. Так как нагрев стенки ускоряющей структуры ВЧ-полем происходит в течение очень короткого времени, инерция материала препятствует его расширению и в металле возникают тепловые напряжения. Если эти напряжения больше предела эла-

A. Kaminsky

Test Facility for the Investigation of Heating RF-Damage Effect in Linear Colliders

According to the JINR thematic plan (theme 0985, CLIC project) as well as a CERN contract, two major problems were elaborated by LPP FEL group:

1) creation of FEM-based 30-GHz RF test facility aimed at experimental investigation of thermal stresses of collider accelerating structure surface undergoing multiple powerful RF pulses;

2) modernizing of the existing FEM oscillator scheme in order to enhance its efficiency, preserving unique frequency parameters.

The work was supported by INTAS and RFBR grants. The group kept in touch with IAP RAS (Nizhnii Novgorod) and INP BSU (Minsk, Belarus).

Essentially, the problem stated at point 1 above is the experimental estimation of the resource limits for electron-

positron collider due to heat loading, which occurs in the components of accelerating structures. As the heating of the accelerating structure surface is very short in time, the material inertia opposes its expansion, so thermal stresses occur in the metal. If these stresses exceed the material elastic limit known as yield point, microcrack-like damages appear on the metal surface after being subjected to multiple pulses. At frequencies of 30 GHz and higher, the RF-heating-related limits may become the major limiting factor in colliders with copper accelerating structures [1]. We know only one experimental paper presenting the results of investigation of the accelerating structures damage. The measurements have been performed at an RF field frequency of 11.4 GHz. For analogous investigations at a frequency of 30 GHz, a facility is being established in Dubna (CERN – JINR – IAP RAS

стичности материала, известного как предел текучести, на поверхности материала после многих импульсов возникают повреждения в виде микротрещин. На частотах 30 ГГц и выше ограничения, связанные с высокочастотным нагревом, могут стать основным ограничивающим фактором в коллайдерах с медными ускоряющими структурами [1]. Нам известна только одна экспериментальная работа, в которой приведены результаты исследований повреждений элементов ускоряющих структур. Измерения были сделаны на частоте ВЧ-поля 11,4 ГГц. Для аналогичных исследований на частоте 30 ГГц создается установка в Дубне (коллорабация ЦЕРН, ОИЯИ и ИПФ РАН), а также ведется подготовка для исследований на частоте 34 ГГц в Нью-Хейвене (США).

В прошлом году в ЛФЧ были завершены исследования по выбору и оптимизации параметров источника СВЧ-излучения на частоте 30 ГГц — МСЭ с выходной мощностью 20–25 МВт. Выбранная схема обеспечивает фиксацию рабочей частоты с точностью около 0,1%, ширину спектра излучения 0,1–0,15 % и возможность прецизионной перестройки частоты в интервале нескольких процентов. В текущем году были спроектированы и изготовлены исследуемый тестовый резонатор и

схема транспортировки излучения от МСЭ до резонатора. Проведенные «холодные» измерения элементов стенда показали хорошее совпадение с расчетными данными.

После этого оборудование было смонтировано на выходе МСЭ-генератора ОИЯИ–ИПФ РАН в Дубне и проведены эксперименты по физическому запуску стенда. Основными его элементами являются: ускоритель электронов ЛИУ-3000 (0,8 МэВ, 200 А, 250 нс), МСЭ-генератор с брэгговским резонатором (20–25 МВт, 150–200 нс, 30 ГГц), канал преобразования и транспортировки ВЧ-пучка, тестовый резонатор и системы диагностики пучка по тракту. На рис. 1 показан общий вид экспе-

Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки для исследования импульсного СВЧ-нагрева: 1 — выход МСЭ-генератора; 2 — зеркала; 3 — детектор; 4 — вакуумное окно; 5 — преобразователи типа волны и трансформаторы мод; 6 — тестовый резонатор

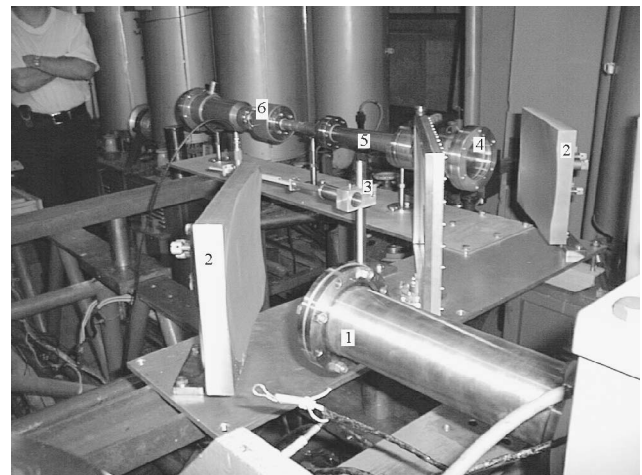


Fig. 1. Overview of the set-up for investigating the RF pulse heating: 1 — FEM oscillator output; 2 — mirrors; 3 — detector; 4 — vacuum window; 5 — wavytype converters and mode transformers; 6 — testing cavity

collaboration), and R&D for 34-GHz investigation are in progress in New Haven (USA).

Last year the investigation for RF source choice and optimization of its parameters were finished at LPP. The FEM with output power of 20–25 MW is used. It provides a radiation spectrum width of 0.1–0.15 %, fixing of the operating frequency with an accuracy of about 0.1 %, and the possibility of precise frequency tuning in the range of several percent. This year the testing cavity and system of RF deliver from FEM to the cavity were designed and manufactured. The performed cold measurements of the facility components demonstrated reasonable agreement with results of calculations.

Then, the equipment was installed at the output of JINR–IAP FEM oscillator in Dubna, and experiments on physical start-up of the facility were carried out. The basic components of the set-up are: electron linac LIU-3000 (0.8 MeV, 200 A, 250 ns), FEM oscillator with Bragg resonator (20–25 MW, 150–200 ns, 30 GHz), the RF beam transforming and transportation channel, testing cavity, and the beam diagnostic system along the line. Figure 1 presents the overview of the experimental set-up. The facility start-up needs measuring of spatial distributions of RF pow-

er at megawatt level in various channel points. For this purpose a unique detector based on dielectric waveguide with adjustable attenuation was developed and manufactured in Dubna. Simultaneously, we performed the stage-by-stage modernization of the power supply system of the facility and created the automatic system of recording all the experimental parameters. The data obtained during the process of the facility physical start-up confirm that all its elements operate in regimes close to the designed ones. At the same time, the measurements indicated the significant power

риментальной установки. В процессе запуска стенда возникла необходимость измерений пространственных распределений СВЧ-мощности мегаваттного уровня в различных частях канала. Для этого в Дубне был разработан уникальный детектор на основе диэлектрического волновода с регулируемым ослаблением. Одновременно мы проводили поэтапную модернизацию системы питания стенда и создавали автоматизированную систему регистрации всех параметров эксперимента. Полученные в процессе физического запуска стенда данные свидетельствуют о том, что все его элементы работают в режимах, близких к проектным. В то же время измерения показали наличие значительных потерь мощности (в основном на входе в резонатор). В последующих сеансах предполагается модернизация отдельных элементов канала и набор статистики 10^5 – 10^6 импульсов в различных режимах.

Значимые результаты по увеличению эффективности МСЭ-генератора были получены при исследовании и численном моделировании двух модификаций схем МСЭ. В первой модификации был исследован и опти-

мизирован новый механизм возбуждения резонатора, обеспечивающего обратную связь в генераторе. Для этого были проанализированы схемы брэгговских резонаторов с двумя (тремя) собственными частотами. На первом этапе начальные условия были выбраны такими, что генератор запускался на более высокой, по сравнению с рабочей, частоте. При этом обеспечивался режим квазистационарной генерации с умеренной эффективностью. В процессе отбора энергии от электронного пучка синхронизм с высокочастотной волной нарушался, и в конкурентной борьбе побеждала мода на рабочей частоте. При оптимизации параметров ускорителя, МСЭ и резонатора были найдены режимы генерации, при которых эффективность МСЭ на рабочей частоте увеличивалась по сравнению с традиционной схемой на 20–50 %.

Была проанализирована также другая схема МСЭ, в которой для увеличения эффективности генератора брэгговские зеркала с однородным распределением поля были заменены зеркалами с профилированием поля по длине резонатора. Численным моделированием

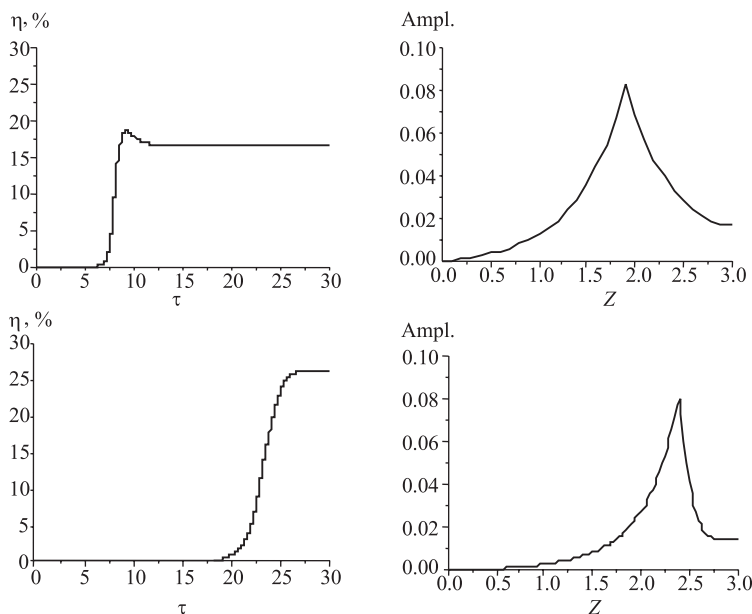


Рис. 2. Зависимости эффективности МСЭ-генератора η от времени τ (в безразмерных единицах) и пространственные распределения ВЧ-поля вдоль резонаторов для традиционного брэгговского резонатора (вверху) и профилированного резонатора (внизу)

Fig. 2. Dependences of the FEM oscillator efficiency η on time τ (in dimensionless units) and spatial distributions of the RF field along the resonators for traditional Bragg resonator (top) and profiled one (bottom)

losses — mainly at the entrance of the testing cavity. In future experimental runs we plan the modernization of some channel components and storing of 10^5 – 10^6 pulses statistics in various regimes.

Significant results on the enhancement of FEM oscillator efficiency were obtained in investigation of two modified FEM schemes by numerical simulation. In the first scheme a new mechanism of resonator excitation providing the feedback in the oscillator was investigated and optimized. For this purpose the Bragg resonator schemes with

two (three) eigenfrequencies were analyzed. On the first stage the initial conditions were chosen so that the oscillator started at a frequency higher than the operating one. Here a quasi-stationary regime with moderate efficiency was provided. In the process of energy extraction from the electron beam, the synchronism with higher frequency wave got broken and the operating-frequency mode survived in the competition. Optimizing the linac parameters, we found the generation regimes with FEM efficiency at an operating frequency higher by 20–50 % with respect to the traditional

была найдена конфигурация резонатора, при которой обеспечивалось плавное нарастание ВЧ-поля в первой части и глубокое торможение электронного сгустка во второй, короткой части резонатора. На рис. 2 показаны соответственно распределения ВЧ-поля вдоль резонатора и зависимость эффективности МСЭ-генератора от безразмерного времени для традиционной схемы резонатора и резонатора с профилированием поля. Видно, что новая схема резонатора может обеспечить увеличение эффективности генератора на 50 %. При этом время выхода на стационарный режим генерации меняется незначительно, т. е. сохраняется возможность получения больших длительностей СВЧ-импульсов.

Полученные результаты были доложены на VIII Европейской конференции по ускорителям «EPAC'2002» (Париж, июнь 2002 г.) и на 5-м международном рабочем совещании «Сильные микроволны в плазме» (Н. Новгород, август 2002 г.).

1. David P. et al. SLAC-Pub-8013, 1988.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬНАЯ делегация дирекции Объединенного института ядерных исследований в составе директора Института В. Г. Кадышевского, вице-директора Ц. Д. Вылова, директора Лаборатории нейтронной физики А. В. Белушкина и помощника директора ОИЯИ П. Н. Боголюбова посетила научные центры Франции. Целью визита было участие в презентации экспериментального комплекса NEMO-3 в Моданской подземной лаборатории (LSM), а также посещение двух международных научных центров в Гренобле — Института Лауэ–Ланжевена (ILL) и Европейского центра синхротронных исследований (ESRF).

Презентация установки NEMO-3 состоялась 12 июля. Ранее, в апреле, был произведен ее физический запуск. Трековый детектор NEMO-3 создан в рамках международной кооперации Франция–ОИЯИ–Россия–США–Украина–Чехия–Финляндия. На презентации присутствовали директора всех ведущих институтов Франции, а также делегации из Японии, США, Италии, Чехии и др.

Делегация Объединенного института посетила Институт Лауэ–Ланжевена, который сегодня является самым передовым международным центром нейтронных исследований в мире, и синхротронный центр в Гре-

scheme. The obtained results have been reported at the EPAC'2002 Conference (Paris, June 2002) and at the V International Workshop «Strong Microwaves in Plasmas» (Nizhnii Novgorod, August 2002). Also we analyzed another FEM scheme, where in order to enhance the oscillator efficiency the Bragg reflectors with uniform field distributions were replaced by reflectors with field profiled along the resonator length. By numerical simulation we searched out the resonator configuration providing smooth growth of the RF field in the first section and deep damping of an electron bunch in the second (short) section of the resonator. Figure 2 shows the time dependences of the FEM oscillator efficiency and spatial distributions of the RF field along the resonators for both the traditional resonator scheme and the profiled one. It is seen that the new resonator scheme is capable of providing enhancement of the oscillator efficiency by 50 %. On the other hand, the change in the building-up generation time is not significant, i. e., the possibility of getting long RF pulses is preserved. The obtained results may be sufficient particularly for extension of the temperature range for test cavities in the problem stated at point 1 above.

1. David P. et al. SLAC-Pub-8013, 1988.

A REPRESENTATIVE delegation of the Joint Institute for Nuclear Research, including JINR Director V. Kadyshchevsky, JINR Vice-Director Ts. Vylov, Director of the Frank Laboratory of Neutron Physics A. Belushkin and JINR Assistant Director P. Bogolyubov, visited scientific centres in France. The aim of the visit was to participate in the presentation of the experimental NEMO-3 set-up in the Modane underground laboratory (LMS) and to see two international scientific centres in Grenoble — the Laue-Paul Langevin Institute (ILL) and the European Centre of Synchrotron Research (ESRF).

The presentation of NEMO-3 was held on 12 July 2002. In April the physical start of the set-up was committed. The NEMO-3 track detector is developed in the framework of the international cooperation of France–JINR–Russia–USA–Ukraine–Czechia–Finland. Directors of all leading French institutes and delegations from Japan, the USA, Italy, Czechia and other countries attended the presentation.

The JINR delegation visited the Laue-Paul Langevin Institute, which is today the most advanced international centre of neutron research in the world, and the synchrotron centre in Grenoble, where the brightest source of the synchrotron radiation is used.

нобле, где работает самый яркий источник синхротронного излучения в мире.

За короткий период руководителям Института удалось ознакомиться с работой ведущих международных центров в области трех научных направлений, развиваемых в ОИЯИ: неускорительная физика, нейтронная ядерная физика, физика конденсированных сред. В беседах с руководителями центров и в публичных выступлениях ведущих специалистов отмечался большой вклад физиков ОИЯИ в реализацию совместных проектов, их высокий профессионализм. Неоднократно подчеркивалась необходимость дальнейшего развития научного сотрудничества и поиска новых форм для увеличения его эффективности.



During the short visit, the Institute leaders managed to become acquainted with the activities of the leading international centres in the fields of three scientific directions developed at JINR, i. e., nonacceleration physics, neutron nuclear physics and condensed matter physics. A major contribution made by JINR to the realization of joint projects and high professional level of research were pointed out in talks with the centre leaders and in public presentations of leading researchers. The necessity to further develop scientific cooperation and search for new ways of increasing its efficiency was stressed.



В дирекцию ОИЯИ пришло письмо от полномочного представителя правительства КНДР, президента Главного управления по атомной энергии Ли Чен Сона, который сообщил о планах направления в Институт трех корейских сотрудников в соответствии с результатами обсуждений на встрече в Дубне в марте 2002 г. Полномочный представитель КНДР выразил уверенность в том, что это активизирует традиционное научно-техническое сотрудничество между его страной и ОИЯИ.



8 августа ОИЯИ посетил директор отдела науки и технологий представительства в Москве Совместной российско-тайваньской комиссии доктор Х. Хуанг (Тайвань). Визит в Институт состоялся по просьбе доктора Х. Хуанга. Он был принят вице-директором ОИЯИ профессором А. Н. Сисакяном. Гость посетил ЛВЭ и ЛЯП. В беседах участвовали также помощник директора ОИЯИ

Моданская подземная лаборатория (Франция). Группа участников экспериментов на установке NEMO-3

Modane underground laboratory (France).
A group of researchers at NEMO-3

A letter from the Plenipotentiary of KPDR and the President of the Chief Administration on Atomic Energy, Li Chen Son, came to JINR, where he informed the Directorate about the plans to send three Korean specialists to JINR in accordance with the results of a discussion held in Dubna in March this year. The KPDR Plenipotentiary expressed his confidence that it would promote the traditional scientific and technical cooperation between his country and JINR.



On 8 August, Director of the Department of Science and Technology of the Moscow Representatives of the Joint Russian–Taiwanese Board Dr H. Huang (Taiwan) visited JINR. The visit was held on his request. Dr H. Huang was received by JINR Vice-Director Professor A. Sissakian. The guest visited VBLHE and DLNP. JINR Assistant Director

П. Н. Боголюбов, заместитель директора ЛВЭ А. Д. Коваленко, заместитель директора ЛЯП А. С. Курилин, секретарь представительства госпожа И. Иванова. Обсуждены вопросы сотрудничества.



В Москве во Всероссийском НИИ автоматики Минатома РФ состоялась встреча директора Ю. Н. Бормакова с вице-директором ОИЯИ А. Н. Сисакяном, обсуждались вопросы научно-технического сотрудничества. В беседе участвовали заместитель директора ЛФЧ М. Г. Сапожников, доктор физико-математических наук В. М. Быстрицкий, начальник отдела ВНИИА Е. Н. Боголюбов и др.



4 сентября в Минпромнауки под председательством первого заместителя министра академика М. П. Кирпичникова состоялось совещание по вопросу поддержки проекта «Синтез 118-го элемента». В нем приняли участие от ОИЯИ — вице-директор профессор А. Н. Сисакян, директор ЛЯР профессор М. Г. Иткис, от Минпромнауки — руководитель департамента

А. Ф. Щербак, заместитель начальника отдела В. Г. Дроженко, от Минатома — руководитель отдела Ю. П. Орлов.

Достигнуты конкретные договоренности по оформлению коллаборации с участием ОИЯИ, НИИАР (Дмитровград), НИИЭФ (Саров) и возможных зарубежных научных центров.



С 4 по 10 сентября директор ОИЯИ В. Г. Кадышевский, директор ЛНФ А. В. Белушкин и заместитель директора ЛЯР С. Н. Дмитриев находились в Китайской Народной Республике.

Делегация Объединенного института была приглашена на ежегодную конференцию Всеитайской федерации науки и техники. Конференция проходила 5–8 сентября в городе Ченду, в ней приняли участие более 4500 человек, представляющих организации различных министерств Китая. 7 сентября на пленарном заседании академик В. Г. Кадышевский сделал доклад «ОИЯИ открыт для сотрудничества». Специально на эту часть пленарного заседания было приглашено около тысячи молодых ученых. В ходе конференции состоялись об-

P. Bogolyubov, VBLHE Deputy Director A. Kovalenko, DLNP Deputy Director A. Kurilin, Representatives' Secretary I. Ivanova took part in the discussions. Aspects of cooperation were discussed.



A meeting between the Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Automatics (ARSRIA) of the Ministry of Atomic Energy and the JINR Vice-Director was held in Moscow. Aspects of scientific and technical cooperation were discussed. In the talks, LPP Deputy Director M. Sapozhnikov, Doctor of Physics and Mathematics V. Bystritsky, Chief of an ARSRIA department E. Bogoliubov and other scientists took part.



On 4 September, a meeting on the support of the project «Synthesis of Element 118» under the chairmanship of First Deputy Minister Academician M. Kirpichnikov was held at the Ministry of Industry, Science and Technology. JINR was represented by Vice-Director Professor A. Sissakian, FLNR

Director Professor M. Itkis and the Ministry was represented by Chief of department A. Shcherbak, Deputy Chief of department V. Drozhenko. Chief of department Yu. Popov represented the Ministry of Atomic Energy.

Concrete agreements were reached on the collaboration among JINR, SRIAR (Dimitrovgrad), SRIEP (Sarov) and possible foreign scientific centres.



On 4–10 September, JINR Director V. Kadyshevsky, FLNP Director A. Belushkin and FLNR Deputy Director S. Dmitriev visited China.

The JINR delegation was invited to an annual conference of the All-Chinese Federation of Science and Technology, which was held in Chendu on 5–8 September. The conference was attended by more than 4500 scientists, who represented organizations from different ministries of China. On 7 September, Academician V. Kadyshevsky made a report «JINR is Open to Cooperation» at the plenary meeting. About a thousand young scientists were specially invited to this part of the meeting. Detailed discussions with outstanding Chinese scientists on the problems of the development

стоятельные беседы с видными китайскими учеными, посвященные проблемам развития взаимовыгодного сотрудничества и восстановлению прежних связей.

Представители ОИЯИ посетили Институт ядерной физики и химии китайской Академии наук, расположенный в городе Меньян. 5 сентября состоялась беседа директора ЛНФ А. В. Белушкина с генеральным директором института профессором Лиу Ханганом, вице-директором института и сотрудниками лаборатории нейтронных исследований. С целью развития сотрудничества института с ОИЯИ был заключен меморандум, конкретизирующий направления совместной деятельности. Представители ОИЯИ сделали ряд сообщений для сотрудников института о научной программе Объединенного института ядерных исследований.

В Пекине, в Институте физики высоких энергий АН Китая, куда были приглашены ученые ОИЯИ, состоялась встреча с директором института академиком Хешен Ченем и бывшим директором этого института, президентом Китайского ускорительного общества академиком Фан Шоусянем. В ходе встречи обсуждались перспективы отношений ОИЯИ и ИФВЭ, в том числе вопрос возвращения Китая в ОИЯИ.

Состоялась встреча делегации ОИЯИ с министром науки и техники КНР Сюй Гуаньхуа, который высказал мнение, что имеются большие перспективы возобновления и развития прежних связей.

Делегацию ОИЯИ принял посол России в Китае И. А. Рогачев, отметивший, что восстановление членства КНР в ОИЯИ — это веление времени, соответствующее духу соглашения, подписанного президентами России и Китая в прошлом году.



По приглашению директора ОИЯИ академика В. Г. Кадышевского в Дубне 5–6 сентября находились гости из польского города Ново-Сонж — ректор государственной Высшей школы профессионального образования профессор А. Баланда, ранее работавший в ОИЯИ, вице-мэр города П. Павник и заместитель ректора З. Зацлона. Гостей принял вице-директор ОИЯИ профессор Ц. Вылов и первый заместитель мэра Дубны С. Ф. Дзюба.

Польская делегация посетила Лабораторию высоких энергий, где ознакомилась с работами коллектива под руководством профессора Ю. В. Заневского по про-

of the mutually beneficial cooperation and restoration of former ties were held.

The JINR representatives visited the Institute of Nuclear Physics and Chemistry of the Chinese Academy of Sciences in Menyng. On 5 September, FLNP Director A. Belushkin had a talk with the Institute Director-General Professor Liu Hangang, the Institute Vice-Director and staff members of the Laboratory of Neutron Research. A Memorandum was concluded to develop the cooperation between the Institute and JINR, where directions of joint activities were pointed out. The guests from JINR made a number of reports for the Institute staff members about the JINR scientific programme.

The scientists of JINR were invited to the Institute of High Energy Physics in Peking, where they had a meeting with the Institute Director Academician Heshen Chen and former Institute Director, President of the Chinese Accelerator Society Academician Phan Shousyan. Prospects of JINR–IHEP relations were discussed, including the question of the return of China to JINR.

The JINR delegation met with the Minister of Science and Technology of China, Sui Guanghua, who expressed his opinion about good prospects of restoring and developing

former ties. Ambassador of Russia to China I. Rogachev also received the guests and marked that the restoration of the Chinese membership at JINR is dictated by time and corresponds to the spirit of the Agreement signed by the Presidents of Russia and China last year.



At the invitation of JINR Director Academician V. Kadyshesky, guests from Novy-Sazc (Poland) visited JINR. They were Rector of the State Higher School of Professional Education Professor A. Balanda, who once worked at JINR, Vice-Mayor of Novy-Sazc P. Pawnik and Deputy Rector Z. Zaclona. The guests were received by JINR Vice-Director Professor Ts. Vylov and First Deputy Mayor of Dubna S. Dzyuba.

The Polish delegation visited the Veksler and Baldin Laboratory of High Energies, where they were acquainted with the activities of the group headed by Professor Yu. Zanevsky on the HADES project. Professor A. Balanda also takes part in this project in the group from Cracow University. The guests visited the Flerov Laboratory of Nuclear

екту HADES, в котором профессор А. Баланда также принимает участие в составе группы из Краковского университета. В Лаборатории ядерных реакций гости ознакомились с научной программой и установками лаборатории.



16–17 сентября в Москве состоялся Международный российско-американский семинар, посвященный вопросам совместных образовательных программ. Он был организован Американским университетом в Москве и Русским домом (Вашингтон). На семинаре выступили президент университета Э. Лозанский, директора институтов академики Ю. Осипьян, Г. Осипов, А. Чубарьян, Н. Симония, О. Крохин, вице-директор ОИЯИ профессор А. Сисакян и др. В нем приняли участие руководители американских и российских институтов и университетов. Обсуждена программа совместной аспирантуры по различным направлениям наук.

ОИЯИ–ЦЕРН: сотрудничество развивается

3 июля в Женеве, в Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН) состоялась весьма необычная торжественная церемония — «Презентация модуля № 65».

Появление в ЦЕРН этого 20-тонного 6-метрового «героя» ознаменовало успешное выполнение Объединенным институтом ядерных исследований (Дубна) важного международного обязательства по сооружению 65 подобных модулей для калориметра новой физической установки ATLAS.

ATLAS создается учеными Европы, Америки и Азии для поиска и исследований новых частиц и явлений, которые физики надеются зарегистрировать в соударениях протонов с протонами при сверхвысоких энергиях, приближающихся к энергии космических лучей. Эти энергии будут достигнуты на новом ускорителе частиц — большом адронном коллайдере (LHC), сооружаемом сейчас в ЦЕРН.

Калориметр — одна из самых главных частей установки ATLAS. Новые частицы, рожденные в протон-протонных столкновениях, «погибают» в веществе калориметра, выделяя всю энергию в виде вспышек светового излучения. По их интенсивности физики не только определяют энергию частиц, но и подчас судят о типе (фотоны, электроны, протоны и т. д.).

Reactions and acquainted themselves with the scientific programmes and facilities of the Laboratory.



On 16–17 September an International Russian–American Seminar dedicated to the questions of the joint educational programmes was held in Moscow. It was organized by the American University in Moscow and the Russian House (Washington, DC). University President E. Lozansky, Directors of institutes Academicians Yu. Osipian, G. Osipov, A. Chubarian, N. Simonia, O. Krokhin, JINR Vice-Director Professor A. Sissakian and other leaders spoke at the seminar. The heads of American and Russian institutes and universities took part in it. A programme of the joint postgraduate courses in different fields of science was discussed.

JINR–CERN: Cooperation is in Progress

On 3 July in Geneva at the European Centre of Nuclear Research (CERN), an unusual ceremony took place — «The Presentation of Module 65».

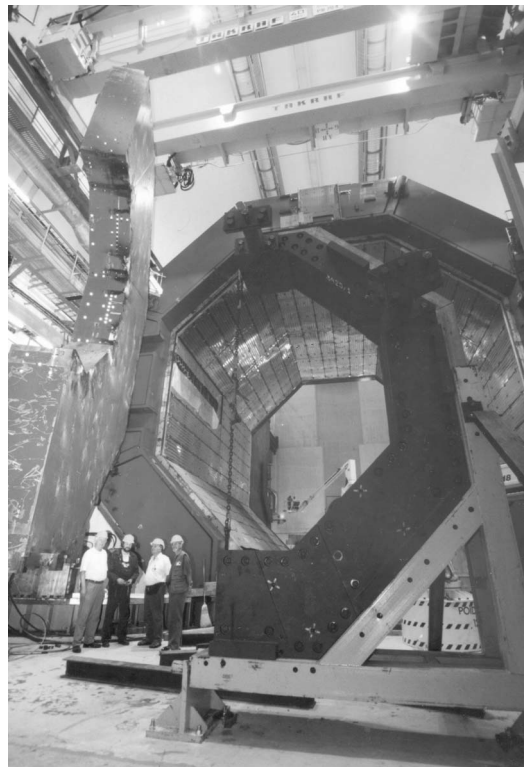
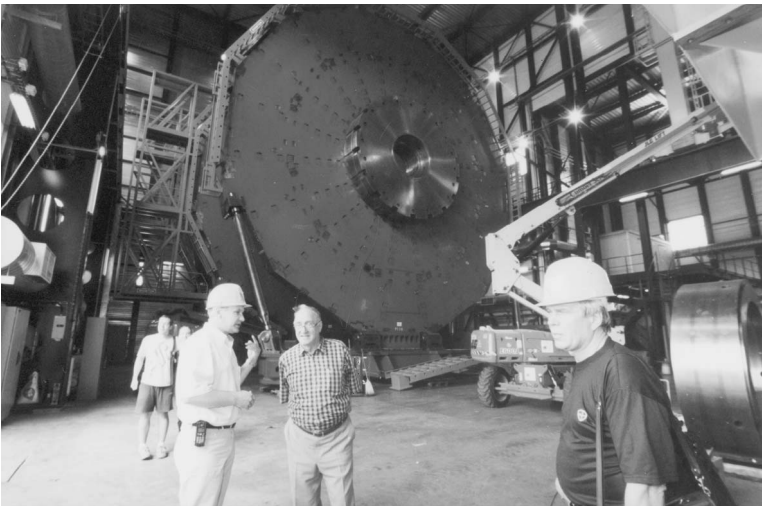
The arrival at CERN of this 20-ton, 6-metre «hero» marked the successful accomplishment by the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna) of an important international task to construct 65 modules for the calorimeter of the new facility ATLAS.

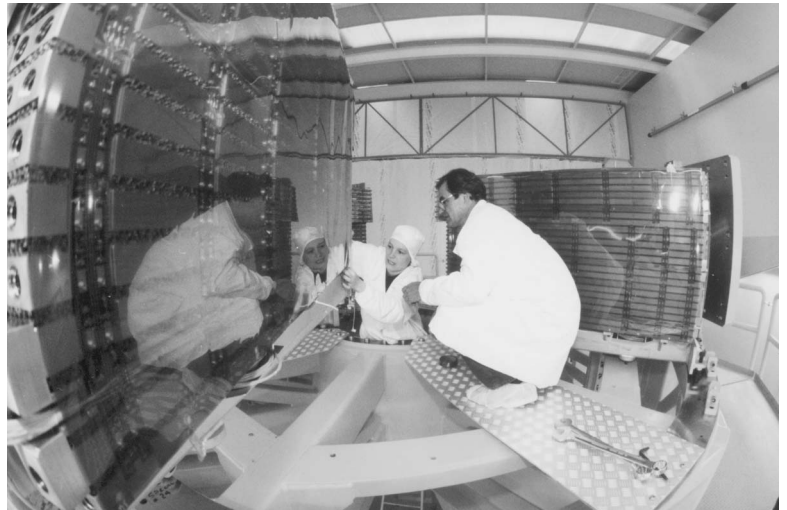
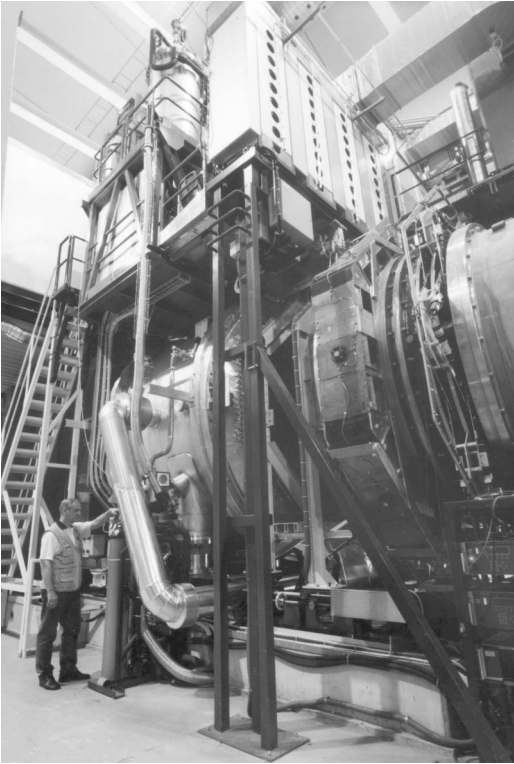
ATLAS is being developed by scientists from Europe, America and Asia for the search and study of new particles and phenomena, which can be registered by scientists in proton-proton collisions at superhigh energies, close almost to those of space rays. These energies will be attained at the new accelerator of particles — Large Hadron Collider (LHC), which is under construction at CERN now.

The calorimeter is one of the main parts of ATLAS. New particles produced in proton-proton collisions «die» in the matter of the calorimeter and yield all the energy in light flashes. Physicists determine not only the particle energy but also its type (photons, electrons, protons) according to their intensity.

A large international community of scientists, engineers and workers from JINR and CERN member-states took part in the work, namely, from Belarus, Georgia, Italy, Russia, Romania, Slovakia, Czechia. Their

НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
SCIENTIFIC COOPERATION



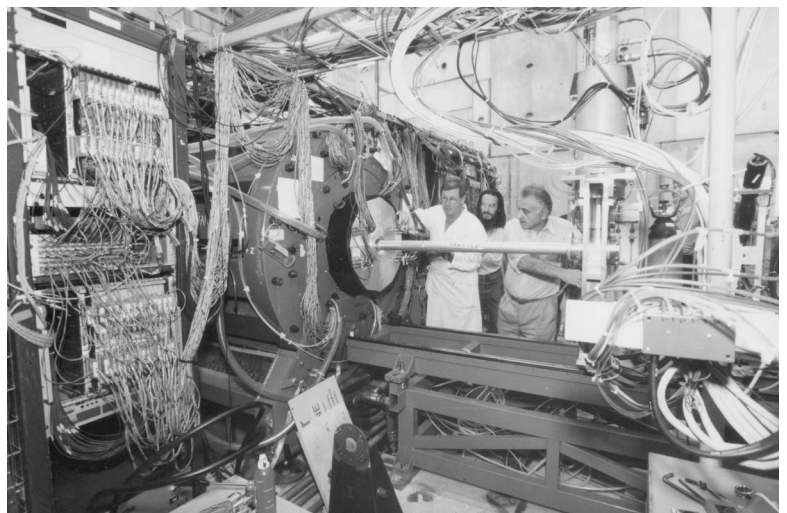


Женева (Швейцария), июль.
Традиционное сотрудничество
ЦЕРН–ОИЯИ успешно продолжается.

*«Мы в ЦЕРН высоко ценим ключевую роль
Дубны, которую она играет в привлечении
своих экспертов и ресурсов, а также в
объединении усилий ее стран-участниц по
выполнению важнейших задач в LHC»
(Л. Майани)*

Geneva (Switzerland), July.
Traditional CERN–JINR cooperation
is in progress.

*«We at CERN value highly the key role
played by Dubna in the attraction
of experts and resources, and in uniting
the efforts of its member-states to implement
most important tasks at LHC»
(L. Maiani)*



В выполнении этой гигантской работы, а она заняла почти восемь лет, участвовал крупный интернациональный коллектив ученых, инженеров и рабочих из стран-участниц ОИЯИ и ЦЕРН: Белоруссии, Грузии, Италии, России, Румынии, Словакии, Чехии. Их труд материализовался в большое зримое изделие, собираемое из 65 модулей, основу суперпрецизионного физического прибора — «адронный калориметр». Читатель знаком с парадоксальностью экспериментов в микромире, когда для обнаружения частиц создаются гигантские ускорители и огромные экспериментальные установки. И тем не менее: если собрать в одну стопку все 300 000 штук ядерных абсорберов (стальных пластин, составляющих «скелет» модулей), то получится колонна высотой 1,2 км.

Значимость участия специалистов из ОИЯИ в этой работе характеризуется тем, что они прошли путь от проектирования до создания изделия и доставки его в Женеву. В мае 1996 г. в ОИЯИ был собран полномасштабный прототип — т. н. «нулевой модуль». Этот прототип по качеству изготовления превосходил высокие требования к точности сборки, поэтому коллаборация ATLAS доверила сооружение всех модулей Объединенному институту ядерных исследований. Компоненты для них изготавливались в Дубне, Дубнице-над-Вагом, Клуэе, Пизе, Праге и Протвино.

Из модулей, которые имеют клиновидную форму, надо составить замкнутый цилиндр. Точность — главное требование сборки. Применение созданной в ОИЯИ лазерной методики контроля точности (~ 50 микрон) сборки 6-метровых 20-тонных модулей стало новым словом в метрологии.

Руководители международной коллаборации ATLAS высоко оценили успешное выполнение обязательств ОИЯИ. «Презентация модуля № 65» показала: Объединенный институт твердо удерживает позиции одного из мировых лидеров в области физики сверхвысоких энергий, а его исследовательская программа неизменно привлекательна для самых широких слоев международной научной общественности.



6 и 7 августа в ОИЯИ находилась делегация ЦЕРН — директор по исследованиям профессор Р. Кэшмор, руководитель эксперимента CMS профессор М. Делла Негра и помощник генерального директора Н. Кульберг.

6 августа делегация была принята директором Института академиком В. Г. Кадышевским и вице-директором профессором А. Н. Сисакяном.

На следующий день состоялось заседание совместного Комитета по сотрудничеству ЦЕРН–ОИЯИ, со-

efforts brought a facility compiled with 65 modules, the base of the superprecision physical device — a «hadron calorimeter». Readers are well acquainted with the paradoxes of experiments in microworld, when huge accelerators and facilities are developed to obtain particles. Nevertheless, if we collect all 300 000 nuclear absorbers (steel plates which form the «skeleton» of the modules) into one pile, we shall make a pillar 1.2 km high.

The importance of JINR specialists' participation in this work is characterized by the fact that they went through the whole job, from the design stage to the construction of the facility and its delivery to Geneva. In May, 1996, a full-scale prototype was assembled, i. e., module «zero». This prototype exceeded in quality the strict requirements of manufacturing, and the ATLAS collaboration trusted the whole task to be implemented at JINR. Some components were manufactured in Dubna, Dubnica-upon-Vague, Kluzca, Pisa, Prague and Protvino.

A closed cylinder had to be produced from the modules, and the precision was the main requirement. The laser methods developed at JINR to control precision (~ 50 microns) in the assembly of 6-metre, 20-ton modules became a novation in metrology.

The ATLAS leaders highly estimated the successful implementation of JINR's work. The presentation of module 65 showed that the Joint Institute for Nuclear Research firmly keeps the position of one of the leading centres in super-high energy physics and its research programme attracts widest ranges of international scientific community.



On 6 and 7 August a delegation from CERN visited JINR: Research Director Professor R. Cashmore, CMS project leader Professor M. Della Negra and Assistant Director N. Koulberg.

JINR Director Academician V. Kadyshesky and Vice-Director Professor A. Sissakian received the guests on 6 August.

The next day a meeting of the Joint Committee on CERN–JINR cooperation was held, where R. Cashmore and A. Sissakian were co-chairmen. Laboratories' Directors N. Russakovich and V. Kekelidze, LPP Deputy Director I. Golutvin, Assistant Director P. Bogolyubov took part in the meeting. CERN was represented by M. Della Negra and N. Koulberg. Both sides discussed the status of joint efforts at LHC.

Женева (Швейцария), июль.
Представители дирекций и руководители
проекта от ОИЯИ и ЦЕРН — участники
презентации 65-го модуля адронного
калориметра установки ATLAS

Geneva (Switzerland), July.
JINR Directorate representative and
spokespersons from JINR and CERN at the
presentation of module 65 for the hadron
calorimeter at ATLAS



Слева направо: Р. Ляйтнер, П. Йенни (ЦЕРН),
Дж. Хубуа, А. Сисакян (ОИЯИ),
Р. Кэшмор (ЦЕРН), Ю. Будагов (ОИЯИ),
М. Несси (ЦЕРН)

Left to right: R. Leitner, P. Jenni (CERN),
J. Khubua, A. Sissakian (JINR),
R. Cashmore (CERN), Yu. Budagov (JINR),
M. Nussy (CERN)



председателями которого являются Р. Кэшмор и А. Н. Сисакян. В заседании участвовали также директор лабораторий Н. А. Русакович, В. Д. Кекелидзе, заместитель директора ЛФЧ И. А. Голутвин, помощник директора ОИЯИ П. Н. Боголюбов; со стороны ЦЕРН — М. Делла Негра и Н. Кульберг. Стороны обсудили ход выполнения совместных работ по подготовке экспериментов на ЛНС.

Основной целью визита делегации было ознакомиться с ходом работ, связанных с созданием двух крупнейших установок для ЛНС — CMS и ATLAS. В настоящее время заканчивается первая фаза — базовое строительство, наступает следующая фаза.

Гости посетили лаборатории ОИЯИ. В частности, в ЛФЧ им были продемонстрированы сборка мюонных

камер и испытания первых образцов. Представители ЦЕРН осмотрели дополнительную линию, на которой выполняются определенные работы по строительству CMS, затем ознакомились с работами по проекту ATLAS. ОИЯИ отвечает за большой сегмент трекового детектора, и сейчас почти полностью подготовлены элементы для него. Делегация посетила Лабораторию ядерных проблем, где также ведутся работы по ATLAS.

Представители ЦЕРН отметили большой вклад Дубны в создание экспериментальной базы для трех (ATLAS, CMS, ALICE) из четырех проектов, которые будут осуществляться на ЛНС. Работы выполняются в срок и на высоком уровне. ОИЯИ аккумулирует усилия многих стран, заинтересованных в участии в этих проектах через Дубну.

Дубна, 6 августа. Визит в ОИЯИ делегации ЦЕРН в составе директора по исследованиям профессора Р. Кэшмора, руководителя эксперимента CMS профессора М. Делла Негра и помощника генерального директора Н. Кульберга. На снимке: встреча в дирекции Института



Dubna, 6 August. CERN delegation at JINR, including CERN Research Director Professor R. Cashmore, CMS spokespersons Professor M. Della Negra and General Director assistant N. Koulberg. A meeting at the JINR Directorate

The main aim of the visit was to become acquainted with the activities on the development of two large facilities for the hadron collider — CMS and ATLAS. At present, the first stage of the basic construction is coming to an end, and a new stage starts.

The guests visited the JINR Laboratories. In particular, they were demonstrated the process of assembly of muon chambers at the Laboratory of Particle Physics and tests of first samples. The CERN representatives inspected an additional line, which is used for the CMS construction, then they studied the work on ATLAS. JINR is responsible for a

large part of the track detector; almost all elements are ready for it now. The CERN delegation also visited the Dzhelapov Laboratory of Nuclear Problems, where work on ATLAS is being done.

The guests marked the large contribution made by Dubna to the development of the experimental base of three (ATLAS, CMS, ALICE) out of four projects to be implemented at LHC. The work is accomplished in time and at high quality. JINR accumulates efforts of many countries interested in the participation of these projects through Dubna.

Посол Армении в ОИЯИ

3 сентября ОИЯИ посетил Чрезвычайный и Полномочный Посол Армении в России А. Б. Смбалян. Его сопровождали помощник Г. А. Саядян, начальник протокольного отдела А. А. Карапетян, а также представители средств массовой информации Армении. Гости были приняты в дирекции Института. На встрече от ОИЯИ присутствовали: директор Института В. Г. Кадышевский, вице-директора А. Н. Сисакян, Ц. Вылов, главный ученый секретарь В. М. Жабицкий, главный инженер И. Н. Мешков, директор Лаборатории ядерных реакций М. Г. Иткис, научный руководитель Лаборатории ядерных реакций Ю. Ц. Оганесян.

Директор ОИЯИ академик В. Г. Кадышевский рассказал гостям о международном статусе и контактах ОИЯИ с другими странами, о структуре Института и важнейших исследованиях, которые здесь ведутся.

Вице-директор А. Н. Сисакян представил Армению как страну-участницу, которая традиционно связана с физической наукой. Сегодня основными партнерами ОИЯИ со стороны Армении являются Ереванской госуниверситет, Ереванский физический институт, Ереванский НИИ оптико-физических измерений, а также ряд промышленных предприятий.

Делегация посетила Лабораторию ядерных реакций им. Г. Н. Флерова, познакомилась с учеными и специалистами Армении, работающими в ОИЯИ.

Armenian Ambassador at JINR

On 3 September, Extraordinary and Plenipotentiary of Armenia in Russia A. Smbatian visited JINR. He was accompanied by an assistant G. Sayadian, chief of the protocol department A. Karapetian and representatives of mass media of Armenia. The guests were received by the JINR Directorate. On the JINR side were present JINR Director V. Kadyshevsky, JINR Vice-Directors A. Sissakian and Ts. Vylov, Chief Scientific Secretary V. Zhabitsky, Chief Engineer I. Meshkov, Director of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions M. Itkis and Scientific Leader of the Laboratory Yu. Oganessian.

JINR Director Academician V. Kadyshevsky talked to the guests about the international status and contacts of JINR with other countries, about JINR structure and most important research conducted here.

JINR Vice-Director A. Sissakian introduced Armenia as a member-state which is traditionally involved in physics research. Today the main JINR partners in Armenia are Yerevan State University, the Yerevan Institute of Physics, the Yerevan Scientific Research Institute of Optics Measurements and a number of industrial enterprises.

The delegation visited the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions and met with scientists and specialists from Armenia working at JINR.



Дубна, 3 сентября. Визит в ОИЯИ Чрезвычайного и Полномочного Посла Армении в России А. Б. Смбаляна. Встреча с послом (второй справа) в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова

Dubna, 3 September. Extraordinary and Plenipotentiary of Armenia in Russia A. Smbatian (second on the right) visits JINR. A meeting at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions

Встречи в Молдавии

С 11 по 13 сентября директор ОИЯИ академик В. Г. Кадышевский и помощник директора по экономическим и финансовым вопросам В. В. Катрасев побывали с краткосрочным визитом в Молдавии.

С 1992 г. Молдавия является страной-участницей Объединенного института ядерных исследований, ученые республики успешно сотрудничают с ОИЯИ, участвуют в крупных международных программах по проблемам ядерной физики. Основными участниками сотрудничества являются Институт прикладной физики Академии наук Молдавии, Кишиневский государственный университет, Технический университет.

12 сентября В. Г. Кадышевский провел семинар в Институте прикладной физики, на котором рассказал о последних научных результатах и вкладе в них молдавских ученых.

Состоялись переговоры делегации ОИЯИ с президентом Академии наук Молдавии академиком А. Андриешем и председателем Высшего совета по науке и технологическому развитию Молдавии (ВСНТР) А. Ротару. В ходе обмена мнениями обе стороны подтвердили взаимную заинтересованность в дальнейшем научно-техническом сотрудничестве в области теоретической физики и информационных технологий, а также в области прикладных исследований, представляющих интерес для экономики Молдавии.

В тот же день состоялась встреча делегации ОИЯИ, руководства Академии наук Молдавии и ВСНТР с первым заместителем премьер-министра Молдавии В. Иовом, на которой также обсуждался вопрос о расширении сотрудничества Молдавии с ОИЯИ. В обсуждении принимали участие заместитель министра экономики В. Афанасьев и начальник управления канцелярии правительства И. Пасечник.

ОИЯИ–Индия: новый шаг к соглашению

27 сентября ОИЯИ с официальным визитом посетила делегация ученых Индии. Делегацию возглавлял доктор Д. Д. Бхавалкар, директор центра передовых технологий Департамента атомной энергии, его сопровождали доктор П. Сатъямурти и доктор В. Сахни (Атомный исследовательский центр им. Х. Баба, Мумбаи), другие официальные лица. Члены делегации посетили ЛНФ, ЛЯР, ЛВЭ, после чего встретились с руководством Института. Со стороны ОИЯИ во встрече принимали участие директор ОИЯИ В. Г. Кадышевский, вице-директор А. Н. Сисакян, главный ученый секре-

Meetings in Moldova

From 11 to 13 September, JINR Director Academician V. Kadyshevsky and Assistant Director on Economic and Finance Issues V. Katrasev visited Moldova.

Moldova has been a JINR Member-State since 1992. The scientists from this Republic cooperate with JINR successfully and take part in large international projects in nuclear physics.

Big partners are the Institute of Applied Physics of the Moldovan Academy of Sciences, Chisinau State University and Technical University.

On 12 September, V. Kadyshevsky held a seminar at the Institute of Applied Physics, where he spoke about the latest scientific results and the contribution of the Moldovan scientists to them.

The JINR delegation had negotiations with President of the Academy of Sciences of Moldova Academician A. Andriesh and Chairman of the Higher Council on Science and Technological Development of Moldova (HCSTD) A. Rotaru. In the exchange of opinions the sides confirmed mutual interests in further scientific and technical cooperation in theoretical physics and information techniques, together with applied research important to the economy of Moldova.

The same day, the JINR delegation met with the leaders of the Moldovan Academy of Sciences, HCSTD, First Deputy of the Moldovan Prime-Minister V. Iov and discussed the question of widening Moldova–JINR cooperation. Deputy Minister of Economy V. Afanasiev and Chief of the Government Administration Department I. Pasechnik took part in the discussions.

JINR–India: a New Step Towards Agreement

A delegation of scientists from India visited JINR on 27 September. It was headed by Dr D. Bhavalkar, the Director of the Advanced Technology Centre of the Atomic Energy Department. He was accompanied by Dr P. Satiamurti and Dr V. Sahni (H. Bhabha Atomic Research Centre, Mumbai) and other official people. The delegation visited FLNP, FLNR, VBLHE and met with the Institute leaders. JINR was represented by JINR Director V. Kadyshevsky, JINR Vice-Director A. Sissakian, Chief Scientific Secretary V. Zhabitsky, Assistant Director on International Ties P. Bogolyubov, VBLHE Deputy Director A. Kovalenko and

тарь В. М. Жабицкий, помощник директора по международным связям П. Н. Боголюбов, заместитель директора ЛВЭ А. Д. Коваленко, заместитель директора ЛЯП Е. М. Сыресин.

В ходе встречи обсуждались технические вопросы соглашения об ассоциированном членстве Индии в ОИЯИ.

Гости из Индии отметили, что научные контакты между учеными из Департамента атомной энергии Индии и их коллегами в ОИЯИ в разных областях физики развиваются около 40 лет. Индийские ученые были бы заинтересованы в дальнейшем развитии сотрудничества, в том числе в участии в экспериментах по поиску сверхтяжелых элементов, в фундаментальных исследованиях в разных областях на реакторе ИБР-2, а также в сотрудничестве в области конструирования и строительства ускорителя и в разработке узлов нейтронного источника, строительство которого планируется в Индии.

С 11 ПО 18 ИЮЛЯ в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова в третий раз проходило международное рабочее совещание «*Квантовая гравитация и суперструны*». В его работе приняли участие около 65 ученых из научных центров Бразилии, Великобритании, Германии, Италии, Канады, Мексики, Польши, России (Москва, Казань, Краснодар, Петрозаводск, Томск, Чебоксары), Румынии, Украины (Киев, Харьков), Франции, Чили, ЮАР и Югославии, в том числе 25 человек из ОИЯИ. Совещание проводилось при финансовой поддержке ЮНЕСКО, РФФИ, а также программ «Гейзенберг–Ландау», «Блохинцев–Вотруба» и «Боголюбов–Инфельд».

Научная программа совещания включала обсуждение ряда передовых направлений современной теоретической физики: теории суперструн и супергравитации, их стабильных вакуумов с де-ситтеровской симметрией, связанных с ними новых космологических моделей и решений типа черных дыр, интегрируемых моделей квантовой (супер) гравитации, а также дополнительных размерностей и бран в соответствующих коммутативных и некоммутативных теориях поля.

На совещании было заслушано около 50 часовых и получасовых докладов, посвященных современным достижениям в указанных выше направлениях. Часть докладов, по сути, являлась вводными лекциями к некоторым из этих динамично развивающихся направлений, что было интересно как для активно работающих ис-

DLNP Deputy Director E. Syresin. During the meeting, technical aspects of the agreement on the associate membership of India at JINR were discussed.

The Indian guests stressed that the scientific contacts between scientists from the Atomic Energy Department of India and their colleagues from JINR had been developing for about 40 years. Indian researchers would be interested in further developing the cooperation; in particular, they would like to take part in superheavy elements' search experiments, in fundamental research at the IBR-2 reactor and in design and construction of an accelerator and parts of a neutron source, which is planned to be produced in India.

The *International Workshop on Quantum Gravity and Superstrings* was held at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics from 11 to 18 July. It gathered about 65 scientists from Brazil, Great Britain, Germany, Italy, Canada, Mexico, Poland, Russia (Moscow, Kazan, Krasnodar, Petrozavodsk, Tomsk, Cheboksary), Romania, Ukraine (Kiev, Kharkov), France, Chile, the South African Republic and Yugoslavia. Also 25 scientists from JINR took part in the Workshop. The financial support of the Workshop was received from UNESCO, the Russian Foundation for Basic Research, as well as from the Heisenberg–Landau, Blokhintsev–Votruba and Bogoliubov–Infeld programmes.

The scientific programme covered a number of advanced topics of modern theoretical physics: superstring theory and supergravity; finding stable de Sitter vacua in these theories; new cosmological and black hole models; integrable models of quantum (super) gravity; studying theories with extra dimensions and branes; commutative and noncommutative field theories.

The programme was based on around 50 one-hour and half-an-hour talks devoted to new results in the above mentioned directions. Part of talks, in fact, was in the form of introductory lectures to some of those rapidly developing research areas. This was certainly interesting both for people actively working in the field and for young scientists whose scientific activity has just begun.

следователей, так и для молодых ученых, только начинающих свою научную деятельность.

Примечательной особенностью совещания было активное участие в нем талантливой молодежи — аспирантов из России и Германии, что продолжило и закрепило традиции, заложенные в первых двух совещаниях этой серии. Накопленный положительный опыт может быть использован и в будущем при организации школ для студентов и аспирантов в рамках новой, интегрированной в научную структуру Лаборатории теоретической физики международной Школы современной теоретической физики для аспирантов и студентов, которая будет функционировать начиная со следующего года.

Все это позволяет надеяться, что хорошо зарекомендовавшее себя совместное проведение рабочих совещаний и школ для молодых ученых по передовым направлениям современной теоретической физики станет регулярным и тем самым закрепит ведущую роль лаборатории не только в исследованиях, но и в воспитании молодых теоретиков.

А. Т. Филиппов, А. С. Сорин

С 21 июля по 10 августа в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова проходила международная летняя школа DAAD «Квантовая статистика

Дубна, 11 июля. Участники международного рабочего совещания по квантовой гравитации и суперструнам



Dubna, 11 July. Participants of the International Workshop On Quantum Gravitation and Superstrings

Talented young participants — graduate students from Russia and Germany — are a feature of the Workshop which became a tradition started at the first two Workshops of this kind. The accumulated positive experience can also be used in future in organizing schools for students in the framework of the new International School of Modern Theoretical Physics, which was incorporated in the structure of the Bogoliubov Laboratory and will start operating next year. This gives a reason to hope that successful joining of workshops and schools devoted to advanced trends in modern theoreti-

cal physics will become regular in future and, thus, strengthen a leading position of the Laboratory, in addition to research areas, as an educating centre of young theoreticians.

А. Филиппов, А. Сорин

On 21 July – 10 August, the DAAD summer school «*Quantum Statistics of Many-Particle Systems*» was held

многочастичных систем». Это вторая школа, организованная в Дубне при поддержке Министерства образования, науки и технологий Германии и Немецкого комитета научных обменов (DAAD) в рамках программы DAAD «Распространение немецкого опыта обучения». В ней участвовали 43 студента из 9 стран — 18 из России, 15 из Германии, а также из Египта, Армении, Японии, Кореи, Венгрии, Белоруссии, Польши. Лекции читали известные ученые из Германии, России, Японии, Италии, Армении, США, Украины и Франции.

В этом году заметно увеличилось количество студентов и аспирантов из бывших республик СССР и стран-неучастниц ОИЯИ, расширился круг преподава-

телей из стран-неучастниц ОИЯИ. Тематика этого года была более широкой и интересной и включала лекции по квантовой теории поля при конечной температуре и плотности, функциям Грина в равновесной и неравновесной термодинамике, методу функционала плотности, связанным состояниям и кластерам, фазовым переходам в столкновениях тяжелых ионов, Монте-Карло моделированию кулоновских систем, плотной материи в компактных звездах и сверхновых. Организаторы школы увеличили количество учебных часов — школа длилась три недели, и больше времени было отведено на свободные дискуссии, культурную программу, знакомство с работой базовых установок и научных коллек-

Дубна, 21 июля – 10 августа.
Школа DAAD «Квантовая статистика
многочастичных систем»

Dubna, 21 July – 10 August.
DAAD school «Quantum Statistics
of Many-Particle Systems»



in Dubna. It was the second school supported by the Federal Ministry for Education, Research and Technologies and Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) in the framework of the DAAD programme «Export of German Academic Training». Forty-three students from nine countries, including 18 from Russia and 15 from Germany, as well as from Armenia, Belarus, Egypt, Hungary, Japan, Korea, and Poland took part in the school. Lecturers of the school were famous scientists from Armenia, Germany, France, Italy, Japan, Russia, Ukraine, and the USA.

This year, the number of students and postgraduates from the former Soviet Union's republics and JINR non-Member States as well as the number of lecturers from JINR non-Member States were increased appreciably. The programme was more interesting and wider this year and included lectures on quantum fields at finite temperature and density; Green functions in equilibrium and nonequilibrium thermodynamics; density functional theory; bound states and clusters; phase transitions in heavy-ion collisions; Monte-Carlo simulations of



тивов ОИЯИ. Достигнута договоренность с издательством «Шпрингер» о выпуске трудов школы.

Инициатива проведения таких летних школ в Дубне исходит от профессоров Университета в Росток (Германия). Очередная, третья школа в рамках этой программы пройдет летом 2003 г. в Дубне по тематике одной из бурно развивающихся областей науки «График и экономфизика».

Новая физика у полярного круга

Быстро развивающаяся физика элементарных частиц все больше вызывает к жизни новые небольшие специализированные конференции, направленные на обсуждение наиболее актуальных и современных проблем физики частиц. В ряду такого рода международных конференций уже не первый год достойное место отводится таким конференциям, как NANP (в Дубне), BEYOND (в Германии) и т. п., главным объектом обсуждения на которых является так называемая новая физика, или физика за рамками стандартной модели. Не лишне сказать, что 5-я конференция из серии NANP (Non-Accelerator New Physics) в 2003 г. пройдет в Дубне и будет посвящена 90-летию со дня рождения Бруно Понтекорво.

В начале июня 2002 г. в финском городе Оулу, расположенном в непосредственной близости от северного полярного круга, прошла третья конференция по вопросам физики за рамками стандартной модели (BEYOND'02).

Традиционно научная программа конференций BEYOND охватывает почти все наиболее актуальные вопросы современной физики частиц. Что неудивительно, поскольку практически все эти вопросы тесно связаны друг с другом. На этой конференции главный упор в теоретическом плане был сделан на новые направления в области расширения стандартной модели как по пути великого объединения и суперсимметрии, так и в направлении теорий с дополнительными размерностями. Эти вопросы обсуждались в выступлениях Н. Мавроматоса (Оксфорд и ЦЕРН), П. Ната (Бостон), Э. Ма (Риверсайд), И. Антониадиса (ЦЕРН) и др. Феноменологические аспекты современных М-теорий и фундаментальных симметрий рассматривались в докладах А. Фараджи (Миннесота), М. Цветич (Пенсильвания), М. Кирбах (Закатекас, Мексика), Ю. Камышкова (Кноксвил), М. Мориты (Токио) и др. Необычная концепция массивных майорановских частиц была предложена в выступлении Д. Ахлувалия (Закатекас, Мексика). Были представлены новые результаты поиска бозонов Хиггса, суперсимметричных частиц, нарушения так

Coulomb systems; dense matter in compact stars and supernova. The Organizing Committee increased the school-hours (the school continued three weeks) and allowed more time for free discussions, cultural programme, visits to the JINR facilities and research divisions. The School Proceedings will be published by the Springer-Verlag Publishing House.

Such summer schools to be held in Dubna were initiated by professors of the Rostock University. Next school within this programme, to be held in Dubna in the summer of 2003, will be on the rapidly developing subject «Econophysics and Traffic».

New Physics at the North Pole

New time in quickly developing particle physics requires new types of conferences, which are specialized in and directed at modern problems in particle physics. Among such international conferences are NANP (Non-Accelerator

New Physics) (JINR), BEYOND (Germany) and other conferences where the main topic of discussion is the so-called new physics or physics beyond the Standard Model. The V NANP conference in 2003 will be held in Dubna and will be dedicated to the 90th anniversary of Bruno Pontecorvo.

The III conference on particle physics beyond the Standard Model (BEYOND '02) was held on 2–7 June 2002 in the Finnish town of Oulu at the North Pole.

Traditionally, the scientific programme of BEYOND conferences covers almost all topics of modern particle physics. At the present conference the main emphasis was laid mostly on new theoretical developments in the field of the extension of the Standard Model by means of grand unified and SUSY theories and extra dimensions.

All these subjects were discussed in talks of N. Mavromatos (Oxford and CERN), P. Nath (Boston), E. Ma (Riverside), A. Pilaftsis (Manchester), B. Bajc (Ljubljana), H. Bech-Nielsen (DESY), I. Antoniadis (CERN) and others. M-theory and fundamental symmetries were considered

называемой R-четности, лептокварков и возбужденных состояний фермионов на коллайдерах LEP и HERA.

На любой конференции, обсуждающей вопросы новых явлений в физике частиц, интригующая проблема невидимой, или темной, материи во Вселенной занимает одно из центральных мест. Это и понятно, поскольку для ее разумного объяснения необходимо привлекать такие частицы, которым не удастся найти места в рамках стандартной модели. С точки зрения теории проблема темной материи обсуждалась в докладах Д. Нанополуса и Р. Арновитта (Техас), В. Беднякова (Дубна) и Р. Виолье (Кейптаун). Уже полученные результаты и перспективы поиска частиц темной материи с помощью сцинтилляционных (эксперимент DAMA) и германиевых детекторов большого объема (проекты GENIUS) были рассмотрены Р. Бернабей (Рим) и И. Кривошеиной (Гейдельберг и Нижний Новгород). Сегодня (и, пожалуй, в ближайшей разумной перспективе) только эти два эксперимента (за счет большой массы детектора) в состоянии действительно обнаружить частицы темной материи путем наблюдения эффекта годовой модуляции измеряемого сигнала от взаимодействия частиц темной материи с веществом детектора. Коллаборация DAMA на протяжении уже нескольких лет утверждает, что такой эффект она видит и дает оценку массы частиц темной материи примерно 50 ГэВ/с. К сожалению, другие

тонкие эксперименты, с крайне дорогостоящими и технически очень прихотливыми детекторами (например, с криогенными германиевыми детекторами с одновременным съемом ионизационного и теплового или светового сигнала), по-видимому, не будут в состоянии зарегистрировать модуляционный сигнал из-за слишком малой массы детектирующего вещества.

Современные астрофизические методы наблюдения достигли столь высокой точности, что, оказывается, неожиданно много важной информации фундаментального плана (например о плотности барионов и всего вещества во Вселенной, значениях космологической постоянной и постоянной Хаббла и т. п.) можно извлечь из анализа различных характеристик так называемого космического микроволнового фонового излучения. Эти вопросы были рассмотрены Н. Сугиямой (Токио). Астрофизические источники физической информации очень быстро занимают подходящее им место среди ускорительных и неускорительных прецизионных экспериментов. Астрофизические исследования тесным образом связаны с фундаментальными проблемами физики нейтрино. Это в первую очередь касается характеристик и происхождения космических нейтрино (сверх)высоких энергий, исследование которых дает информацию о новой физике, например, путем наблюдения широких атмосферных ливней, вызываемых

in the talks of A. E. Faraggi (Minnesota), M. Cvetič (Pennsylvania), M. Kirchbach (Zacatecas, Mexico), T. Kuo (Stony Brook), Yu. Kamyshev (Knoxville), T. Soldner (Grenoble), M. Kreuz (Grenoble), and M. Morita (Tokyo). A very interesting concept concerning massive Majorana particles was presented by D. V. Ahluwalia (Zacatecas, Mexico). New results of the search for Higgs bosons, SUSY particles, R-parity violation, leptokquarks and excited fermions at the LEP and HERA colliders were presented in the talks of R. Nicolaidou (Saclay), S. Costantini (Rome), U. Katz (DESY), A. Lipniacka (Stockholm) and O. Yushchenko (Protvino).

The long-standing and very intriguing problem of dark matter in the Universe is a permanent topic at any conference aimed at new physics and new phenomena. From the theoretical point of view the dark matter problem was extensively discussed by D. Nanopoulos (Texas), R. L. Arnowitt (Texas), A. Green (Stockholm), V. A. Bednyakov (Dubna), R. Viollier (Cape Town). Results and perspectives for direct

dark matter experiments with scintillators (DAMA projects) and germanium detectors with big target mass (GENIUS and GENIUS-TF projects) were presented by R. Bernabei (Rome) and I. V. Krivosheina (Heidelberg and Nizhniy Novgorod). Today, only these two experiments are able to see positive signal from dark matter particle interaction with target nuclei by means of season modulation effect. Other quite good experiments (for example, with sophisticated cryogenic detectors and ionisation-to-heat discriminations) are unable to notice such modulation signature of interactions due to very small detecting mass.

From the excellent talk of N. Sugiyama (Tokyo) «Cosmic Microwave Background: A New Tool for Cosmology and Fundamental Physics» one can realize that unexpectedly huge amount of fundamental information can currently be extracted from research of cosmic microwave background. Astrophysical source of very important data for modern particle physics is inevitable nowadays.

τ -нейтрино (Д. Фаргион, Рим). С другой стороны, космические нейтрино, взаимодействуя с реликтовыми нейтрино (которые, как и реликтовые фотоны, заполняют все окружающее нас пространство), способны посредством так называемых Z-вспышек дать объяснение космическим лучам экстремально высоких энергий (С. Кац, Венгрия). Более того, оказывается, что из анализа Z-вспышек можно оценить область возможных значений нейтринных масс 0,02–2,2 эВ, которая удивительным образом согласуется с недавними оценками, полученными из данных коллаборации Гейдельберг–Москва (Н–М) по измерению безнейтринной моды двойного бета-распада изотопов германия-76. Потоки нейтрино от вспышек сверхновых также остаются в зоне постоянного теоретического интереса (А. Ю. Смирнов, Триест и Москва). Современный обзор теоретического понимания вопросов смешивания и спектра масс нейтрино сделал известный специалист в этой области проф. Р. Мохапатра (Мэриленд).

Новые экспериментальные результаты, касающиеся вопроса осцилляций солнечных и атмосферных нейтрино, были также достаточно широко представлены на конференции. Прежде всего коллаборация SNO — Sudbury Neutrino Observatory — доложила результаты недавнего анализа процессов взаимодействия солнечных нейтрино с тяжелой водой (М. Драговский). Был изме-

рен полный поток активных (электронных, мюонных и тау) нейтрино, на основе которого коллаборация SNO утверждает, что на уровне достоверности в 5,3 стандартных отклонения имеет место изменение типа (борных) солнечных нейтрино. С учетом этих результатов глобальный анализ данных, касающихся нейтринных осцилляций, дает предпочтение так называемому LMA (с большим углом смешивания) варианту решения проблемы нейтринных осцилляций.

Достаточно широко обсуждалось современное состояние дел и ближайшие перспективы экспериментов, направленных на дальнейшее исследование нейтринных осцилляций (KamLAND, K2K, MACRO, Super-Kamiokande и JHF-SK), а также новые проекты типа нейтринных фабрик. Например, проект KamLAND (Ф. Суэкане, Тохоку, Япония) представляет собой реакторный эксперимент по исследованию нейтринных осцилляций на очень большой базе с 1000-тонным жидкосцинтилляционным детектором. В этом эксперименте уже после полугодия непрерывных измерений будет возможно напрямую проверить LMA-решение и с хорошей точностью определить параметры осцилляций. В 2002 г. эксперимент начал работу и успешно были зарегистрированы первые нейтринные взаимодействия. После происшедшей в 2001 г. аварии всех волнует судьба детектора Super-Kamiokande. Было отмечено, что в 2002 г.

These astrophysical investigations are tightly connected with the exciting question of neutrino properties. First of all, with the properties of cosmic high-energy neutrinos, the study of which allows us to pick up new unique data concerning physics beyond the Standard Model by means of specific extended air showers generated by energetic tau cosmic neutrinos (D. Fargion, Rome). On the other hand, these neutrinos can interact with relic neutrinos producing Z-bursts which can explain the mysterious origin of extremely high energy cosmic rays (S. Katz, Eotvos, Hungary). Moreover, the neutrino mass can be estimated in the range of 0.02–2.2 eV, which fits recent results obtained from neutrinoless beta decay of germanium in the Heidelberg–Moscow experiment.

Neutrinos from Supernova are also in the field of current theoretical interest and investigations (A. Yu. Smirnov, Trieste and Moscow).

Undoubtedly, the central topic of this conference was neutrino physics. Modern understanding and general view

on neutrino masses and mixings were described by the famous scientist R. N. Mohapatra (Maryland). Consequences of the SNO neutral current rate for resolving the solar neutrino anomaly and three-neutrino MSW oscillation effects in terms of the Lehmann mass matrix were analysed by S. Choubey (UK) and P. Osland (Bergen, Norway) respectively. The Standard Solar Model and modern experimental observations are discussed by O. K. Manuel (Missouri). Extended discussion of the experimental achievements in solar and atmospheric neutrino oscillations experiments were presented at the conference.

First of all, the Sudbury Neutrino Observatory (SNO) (M. Dragowsky) presented results from the recent analysis with pure heavy water target. SNO performed first measurements of total active neutrino flux and claimed evidence for neutrino flavour transformation at 5.3 sigma level. Global neutrino oscillation analysis favours the large mixing angle (LMA) region.

начались работы по реконструкции этого уникального физического прибора и полное его восстановление в улучшенной конфигурации ожидается до наступления 2007 г. (Т. Каджита, Токио). В выступлениях Ф. Маури (Павия) и И. Гиль-Ботелла (Цюрих) обсуждались физические возможности и положение дел на другой крупной установке ICARUS (Imaging Cosmic And Rare Underground Signals), создаваемой в подземной лаборатории Гран-Сассо (Италия) для проведения нейтринных экспериментов и поиска распада протона.

Вопрос о природе нейтрино занимает центральное место на любой конференции по физике частиц и новой физике. Являются ли эти загадочные объекты майорановскими или дираковскими частицами и действительно ли они обладают ненулевыми значениями масс? Поскольку эти вопросы имеют крайне важное значение, остановимся на их обсуждении несколько подробнее. Для поиска ответов на них (по крайней мере в настоящее время) нельзя обойтись без исследования так называемого безнейтринного двойного бета-распада ядер. Этот крайне редкий процесс не может иметь место в рамках стандартной модели, где нейтрино — безмассовые частицы. В конце 2001 г. проф. Г. Клапдор-Кляйн-гротхауз (с сотрудниками из Института ядерной физики Макса Планка, Гейдельберг) впервые опубликовал работу, в которой приводил положительное свидетельство

в пользу существования наблюдаемого его группой безнейтринного двойного бета-распада изотопа германия с атомным номером 76. Это свидетельство было получено на основе уникальных данных, накопленных немецко-российской коллаборацией Гейдельберг–Москва. Данная публикация получила широкий и неоднозначный резонанс среди научной общественности, поскольку подтверждение этого результата имеет, несомненно, более фундаментальное значение для современной физики в целом, чем, скажем, обнаружение $Z(W)$ -бозонов или топ-кварков. Достаточно сказать, что знание конкретных свойств нейтрино востребовано в ядерной физике, физике частиц, астрофизике и космологии. По этой причине безнейтринный бета-распад не мог не обсуждаться на такого рода конференции.

Сначала сотрудник Н–М коллаборации А. Дитц изложил математические основы подхода к проблеме анализа редких процессов на малой статистике. Затем была представлена методика прецизионного определения так называемого Q -значения (полной энергии распада) изотопа Ge-76 (И. Бергстем, Стокгольм). Знание этой прецизионной величины (2039,005(50) кэВ) имеет ключевое значение в процедуре нахождения соответствующего сигнала. Известно, что для извлечения из данных собственно значения массы нейтрино необходимы ядерные матричные элементы. Этот важный вопрос всесто-

Running status and prospects for new near-future neutrino oscillation experiments KamLAND, K2K, MACRO, Super-Kamiokande and new facilities like neutrino factories and JHF-SK project are presented and discussed. For example, KamLAND (F. Suekane, Tohoku, Japan) is a very long baseline reactor neutrino oscillation experiment (with 1000-t liquid scintillator detector), which is able directly to test MSW-LMA solution only with half-year data and determine oscillation parameters with very high accuracy if the LMA case is true. The experiment started data taking in 2002 and first neutrino events are successfully recorded. Rebuilding of the Super-Kamiokande detector was started in 2002 and full reconstruction is expected before 2007 (T. Kajita, Tokyo). Physics potential and status of the second-generation proton decay and neutrino experiment for the Gran Sasso Laboratory (Italy) named ICARUS (Imaging Cosmic And Rare Underground Signals) were discussed by F. Mauri (Pavia) and I. Gil-Botella (Zurich).

The nature of neutrinos is an exciting problem. Are these most mysterious objects Dirac or Majorana particles and have they really nonzero masses? One of the best tools to find the answer is neutrinoless double beta decay experiments. Recently claimed by the team of H. V. Klapdor-Kleingrothaus (MPI-K, Heidelberg) evidence of observation of neutrinoless double beta decay of Ge-76 isotope on the basis of unique data of the H–M collaboration has huge resonance among scientists.

The question inevitably took the central part in discussions of the subject at this conference. First of all, the mathematical approach to accurate treatment of statistics of rare events used by this collaboration was presented by A. Dietz. Second, the crucial for this analysis, very accurate data on the Q -value of the Ge-76 double beta decay (as well as of tritium beta decay) determined from accurate mass measurements in a «penning trap» were given in the talk of I. Bergstrom (Stockholm). It is well known that nuclear ma-

ронне был изложен в докладе Ф. Шимковица (Братислава). Лидер коллаборации Н–М проф. Г. Клапдор-Кляйн-гротхауз также выступил с докладом, в котором помимо всестороннего обсуждения самой процедуры регистрации безнейтринной моды распада обсуждались перспективы будущих экспериментов в данной области. По всей видимости, эра небольших «настоельных» экспериментов прошла и будущее за новыми низкофоновыми детекторами с (максимально) большой массой детектирующего материала. Действительно, эксперимент Н–М успешно работает уже более 10 лет, и в течение последних 9 лет, по общему мнению, является непревзойденным лидером в области физики безнейтринного бета-распада. Среди проводящихся в настоящее время экспериментов (по традиционной технологии) не найдется ни одного, который был бы в состоянии составить конкуренцию эксперименту Н–М и в разумное время (10–20 лет) набрать сравнимую по объему статистику данных. В установку Н–М входят пять сверхчистых детекторов промышленного производства с полной массой 11 кг обогащенного на 86 % изотопа Ge-76. Она работает примерно 80 % времени в году, и сегодня мощность накопленных данных составляет примерно 65 кг·лет. Чувствительность германиевых детекторов 3,5 кэВ. Эффективность работы установки практически 100 %. Она расположена в подземной лаборатории

Гран-Сассо, и уровень фона составляет 0,17 отсчетов/(кг·год·кэВ).

Важно отметить, что в эксперименте Н–М используется традиционная и хорошо проверенная экспериментальная методика, что обеспечивает относительно низкую себестоимость эксперимента и стабильную и длительную работу германиевых детекторов. Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение в экспериментах, нацеленных на обнаружение и надежную регистрацию крайне малого числа полезных событий. Сам эксперимент Н–М и обработка полученных данных выглядят в настоящее время весьма убедительно. Достаточно лишь отметить, что измеренный с хорошим разрешением спектр содержит более 1000 линий, природа лишь нескольких из них в настоящее время еще надежно не определена (возможно, эти так называемые гамма-линии вообще в данном эксперименте были зарегистрированы впервые). В непосредственной близости от Q -значения Ge-76 отсутствуют другие фоновые линии, способные привести к ошибочному заключению. Использованы различные методики поиска и извлечения положительного сигнала.

Поскольку набранная статистика не велика, а ее «решающее» увеличение в имеющейся постановке эксперимента невозможно, то в настоящее время признание или непризнание полученного результата, по суще-

trix elements play a crucial role for neutrino mass determination from data on neutrinoless double beta decay.

This important question was described thoroughly by F. Simkovic (Bratislava). Important new constraints on neutrino mixing parameters following from the observation of neutrinoless double beta decay of Н–М collaboration were also discussed by H. Sugiyama (Tokyo). The spokesperson of the Heidelberg–Moscow collaboration Prof. H. V. Klapdor-Kleingrothaus gave an excellent talk concerning their evidence of neutrinoless beta decay as well as on Majorana neutrino mass determination and general future for double beta experiments.

The Heidelberg–Moscow set-up successfully has been running for more than 10 years and during the last 9 years is unanimously agreed to be the best experiment in the field of neutrinoless beta decay. There are no current or planned in future old-fashioned experiments which could make a competition with Н–М and obtain statistics comparable with Н–М in reasonable time. The set-up has 5 industry-pro-

duced high-purity detectors with total mass of 11 kg of enriched (86 %) Ge-76 isotope, which work with efficiency of almost 100 %. It is located in the Gran Sasso underground laboratory and has a very good background index of 0.17 counts / (kg·y·keV) and the sensitivity (FWHM) of the germanium detectors is 3.5 keV. It runs about 80% of time per year with present-day total significance of 65 kg·y. It is important to note that, due to the traditional and well-tested experimental technique used for Ge detectors, the experiment is quite cheap and works stably during very long time. This condition of stable running over a long period is very important in the case of such extremely low rate experiments.

The experiment looks very reliable. A lot of test analyses with different methods of data evaluation were performed. More than 1000 lines are identified in the vicinity of Q -value of Ge-76 (2039 keV) with only a couple of lines left still unknown.

The collaboration has its evidence of observation of the neutrinoless double beta decay of Ge-76, which with rele-

ству, полностью субъективно. Тем не менее это эффект на уровне 2,3–2,8 стандартных отклонения, т. е. его обоснованность не хуже, чем обоснованность осцилляций атмосферных нейтрино или дефицита потока нейтрино от Солнца.

Итак, имеется первое положительное указание на ненулевую вероятность безнейтринного двойного бета-распада Ge-76, на основе которого с помощью ядерных матричных элементов можно получить оценку так называемой эффективной массы нейтрино в области 0,05–0,84 эВ (на 98 %-м уровне достоверности). Потенциальную важность этого результата трудно переоценить, и постепенно он становится все более известным. Как уже отмечалось, никакой другой современный эксперимент не может подтвердить или надежно опровергнуть результат эксперимента H–M. Только сама эта коллаборация способна это сделать с помощью модифицированной германиевой установки. При этом нет необходимости в новой технологии и новых исследованиях, нет необходимости в новом пространстве в подземной лаборатории, необходимо лишь дополнительно 50–100 кг германия и примерно три года непрерывной работы. В результате будут получены такие данные, которые недвусмысленно (т. е. статистически обоснованно) либо опровергнут, либо подтвердят имеющееся в на-

стоящее время свидетельство безнейтринной моды двойного бета-распада.

В этой ситуации представляется очень важным то, что российские ученые (из Курчатовского института) непосредственным образом (причем с самого начала) вовлечены в этот уникальный, как теперь оказалось, эксперимент. Они имеют исключительную возможность быть не только свидетелями, но и участниками увлекательного процесса разрешения загадки безнейтринного двойного бета-распада. Ожидаемый результат должен превзойти все ожидания.

С моей точки зрения, вопрос научного престижа России — продолжить данный эксперимент с улучшенной установкой и получить в кратчайшие сроки физический результат первостепенной важности.

Возвращаясь к конференции у полярного круга, можно заключить, что она, несомненно, внесла свой заметный вклад в плодотворный обмен идеями между учеными, интересы которых лежат в области физики частиц, астрофизики и космологии. В частности, в настоящее время все больше утверждается мнение о том, что нейтрино как очень малых энергий, так и экстремально высоких энергий являются именно теми объектами физики элементарных частиц, которые обладают наибольшим потенциалом для новых удивительных открытий.

В. Бедняков

vant nuclear matrix elements allows one to fix effective neutrino mass in the region of 0.05–0.84 eV (98 % C. L.). At this moment it is a question of taste or personal will if one would believe the result or not, but the obtained effect has 2.3–3.0 sigma significance, which is not worse than the significance of neutrino oscillations or solar neutrino flux deficit. The evidence became accepted all over the world. There are no other experiments in the near future which would be able to confirm or reliably reject the observation. Only the H–M collaboration with modified set-up could verify the evidence in reasonable time. What the collaboration needs is simply extra 50–100 kg of Ge and three years of permanent data taking; no new technology, no new R&D, no new space in the Gran Sasso laboratory is needed.

It is remarkable that Russian scientists are involved in this very promising Heidelberg–Moscow experiment (from its very beginning) and they have a very good chance not only to look after but directly participate in the resolving of this exciting neutrinoless double beta decay puzzle. I strongly believe that it is a question of prestige of Russian science to hold the experiment running with a modified set-up and to

use such a good chance in quite short time to obtain the physical result of highest importance.

Doubtlessly, the Conference has made a remarkable contribution to the fruitful exchange of ideas between the physicists working in particle, nuclear physics and cosmology. More people now believe that neutrinos at extremely low energies, as well as at extremely high energies are the particles which can supply us with new exciting discoveries in future.

V. Bednyakov

The IV Workshop of the ANKE International Collaboration at the COSY Accelerator

The topic of the workshop was the study of the proton-deuteron interaction at the ANKE spectrometer. This magnetic spectrometer, installed at the internal beam of the COSY storage ring in the Forschungszentrum Jülich (Germany), is a scientific-technical base of the international collaboration of physicists from 18 institutes of Germany, Rus-

4-е рабочее совещание международного сотрудничества ANKE на ускорителе COSY

Темой совещания было изучение протон-дейтронных взаимодействий на спектрометре ANKE. Этот магнитный спектрометр, установленный на внутреннем пучке накопительного кольца COSY в Исследовательском центре в Юлихе (ФРГ), является научно-технической базой международного сотрудничества физиков из 18 институтов Германии, России, Польши, Грузии, Англии и ОИЯИ. Исследования имеют широкий спектр, включающий изучение рождения π -, η -, K -, ω -, a_0 - и Φ -мезонов в протон-нуклонных и протон-ядерных соударениях и взаимодействия протонов с энергией от 0,5 до 2,6 ГэВ с ядрами. Совещание было сконцентрировано на изучении протон-дейтронных взаимодействий при высоких передачах импульса обоим нуклонам дейтрона. Эта проблема является традиционной для изучения в ОИЯИ, начиная с открытий квазиупругого выбивания дейтронов (1957) и кумулятивного эффекта (1971).

В совещании приняли участие 40 ученых из Германии, России и Грузии. В 23 докладах рассмотрены первые результаты экспериментов и их теоретический анализ, использованная методика и ее развитие, планы

дальнейших работ. Были заслушаны и доклады о ходе экспериментов, близких по физическим задачам или применяемой методике, на ряде других ускорителей, включая дубненские.

Основной темой докладов было состояние и развитие экспериментов на ANKE по безмезонному развалу дейтрона с испусканием нуклонов с импульсом за пределами кинематики свободного нуклон-нуклонного рассеяния. Проводимые на ANKE эксперименты с полным восстановлением кинематики в коллинеарной геометрии являются первыми экспериментами такого рода. Поэтому неудивителен интерес, проявляемый к полученной в настоящее время энергетической зависимости дифференциального сечения испускания вперед двух быстрых протонов с малой относительной энергией. Сравнение этой зависимости с предсказанием теоретической модели, разработанной в ОИЯИ, обнаружило неожиданное поведение вероятности процесса с ростом начальной энергии. Так как процесс несет прямую информацию о динамике малонуклонных систем на малых расстояниях, имеющую фундаментальный характер для современной ядерной физики, участники совещания были единодушны в поддержке дальнейших исследований, в особенности с использованием поляризованных протонов и дейтронов. Основанием для этого является как наличие поляризованного протонного пучка на

sia, Poland, Georgia, Great Britain and from JINR. The investigations have a wide range including study of the π -, η -, K -, ω -, a_0 -, Φ -meson production in proton-nucleon and proton-nucleus collisions and of interaction of protons of 0.5–2.6 GeV energy with nuclei. The workshop was centered on investigation of the proton-deuteron interactions at high-momentum transfers to both nucleons of the deuteron. This topic is traditional for research at JINR since the discovery of the quasi-elastic knockout of the fast deuterons (1957) and the cumulative pion production (1971).

Forty scientists from Germany, Russia and Georgia participated in the workshop. First results of the measurements and their theoretical analysis, the used experimental technique and its development, prospects for the following work were considered in 23 talks. Several reports on progress in the experiments close by their physical tasks or the used technique, carried out at some other accelerators including the Dubna ones, were also considered.

The main topic of the talks was status and development of the ANKE experiments on the deuteron mesonless breakup with emission of nucleons beyond the kinematical

boundary for the free nucleon-nucleon scattering. The ANKE experiments carried out with entire reconstruction of the event kinematics in the collinear geometry are the first experiments of such kind. Therefore, the obtained recently energetic dependence of differential cross-section of the forward emission of two fast protons with a small relative energy has attracted considerable interest. Comparison of the dependence with an expectation of the theoretical model developed at JINR revealed an unexpected behaviour of the process probability with increase of the incident energy. Since the process carries the direct information on dynamics of the few-nucleon system at short distances, which is of a fundamental character for the modern nuclear physics, the workshop participants were unanimous in support of the following research, especially with the use of the polarized protons and deuterons. A proper base for that is the COSY operation with the polarized proton beam and the recent development of the polarized deuterium target in the Institut für Kernphysik FZ-Jülich. The commissioning of the target scheduled for the next year provides unique opportunities

COSY, так и создание в Институте ядерной физики ИЦ в Юлихе поляризованной дейтериевой мишени. Ввод мишени в эксплуатацию, планируемый на 2003 г., создаст сотрудничеству ANKE уникальные возможности для исследования актуальной физической проблемы.

Успешная работа совещания подтвердила результативность и хорошие научные перспективы сотрудничества ОИЯИ с Исследовательским центром в Юлихе.

*В. И. Комаров,
председатель оргкомитета совещания*

«ISMD XXXII» в Алуште

Очередной ежегодный Международный симпозиум по динамике процессов множественного рождения элементарных частиц «ISMD XXXII», проходил с 7 по 13 сентября в г. Алуште (Крым, Украина) на базе пансионата «Дубна» Объединенного института ядерных исследований.

История серии ISMD началась более 30 лет тому назад: 1-й симпозиум открылся в 1970 г. в Париже. Основной тематикой этих симпозиумов традиционно являются проблемы множественного рождения частиц в физике высоких энергий. Симпозиум, имеющий порядковый номер XXXII, впервые проводился на территории СНГ

и был организован ОИЯИ и Институтом теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова (ИТФ) Национальной академии наук Украины. Организационный комитет возглавили профессор А. Н. Сисакян (ОИЯИ) — председатель и профессор Л. Енковский (ИТФ) — сопредседатель.

В симпозиуме 2002 г. приняли участие более 100 ученых из 20 стран мира, а также из ЦЕРН и ОИЯИ. Научная тематика охватывала широкий спектр актуальных проблем в физике рождения элементарных частиц: флуктуации и корреляции частиц, процессы дифракции, мягкие и жесткие процессы в квантовой хромодинамике, физика тяжелых ионов, рождение частиц с большой множественностью, космологические проблемы распространения элементарных частиц в астрофизике. Она нашла свое отражение в 80 научных докладах, сделанных участниками симпозиума. Обзорные доклады были представлены профессорами Р. Ледницким (ОИЯИ), Н. Николаевым (Россия/Германия), Д. Ширковым (ОИЯИ), Д. Данлопом (США), Ф. Антинори (Италия), И. Манджавидзе (ОИЯИ), И. Дреминым (Россия).

Научная программа «ISMD XXXII» открылась специальной мемориальной сессией, посвященной памяти профессора Бо Андерсона, выдающегося ученого из Швеции, одного из активных организаторов и участников целого ряда ISMD, скончавшегося внезапно в марте 2002 г. С докладом о творческом пути профессора

for the ANKE collaboration in research of the topical physical problem.

The successful course of the workshop has confirmed the effectiveness and good scientific prospects of the JINR and FZ-Jülich cooperation.

*V. I. Komarov,
Chairman of the Organizing Committee*

ISMD XXXII in Alushta

The annual 32nd International Symposium on Multiparticle Dynamics, ISMD XXXII, was held on 7–13 September in Alushta (the Crimea, the Ukraine), at the «Dubna» guest house of the Joint Institute for Nuclear Research.

The history of the ISMD series started 30 years ago, when the 1st Symposium opened in Paris in 1970. The traditional topic of the symposia is the multiple production of particles in high-energy physics. Symposium number XXXII was held for the first time on the territory of CIS and was organized by JINR and the N. Bogoliubov Institute of

Theoretical Physics (ITP) of the National Academy of Sciences of the Ukraine. The Organizing Committee was headed by Professor A. Sissakian (JINR) as Chairman and Professor L. Jenkowski (ITP) as Co-chairman.

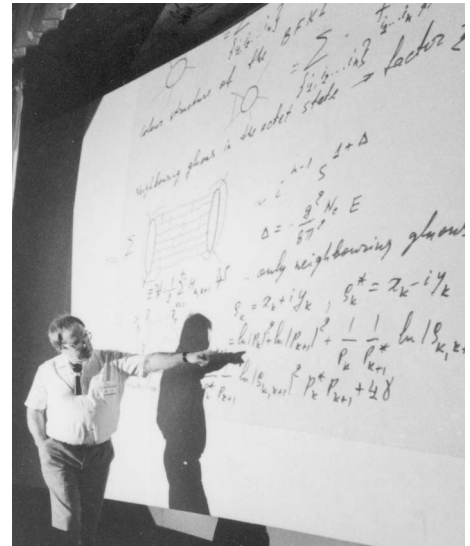
More than a hundred scientists from 20 countries took part in the Symposium 2002', as well as those from CERN and JINR. The scientific themes covered a wide range of modern problems in elementary particle production physics, i. e., fluctuations and particle correlations, diffraction processes, soft and hard processes in quantum chromodynamics, heavy ion physics, particle production with large multiplicity, cosmological problems in astrophysics, etc. They were reflected in 80 reports by the Symposium participants. Professors R. Lednitsky (JINR), D. Dunlop (USA), F. Antinori (Italy), J. Manjavidze (JINR) and I. Dremin (Russia) presented review reports.

The ISMD XXXII scientific programme was opened with a special memorial session dedicated to the memory of Professor Bo Anderson, an outstanding Swedish scientist, one of the active organizers and participants of ISMD events, who died suddenly in March, 2002. Professors

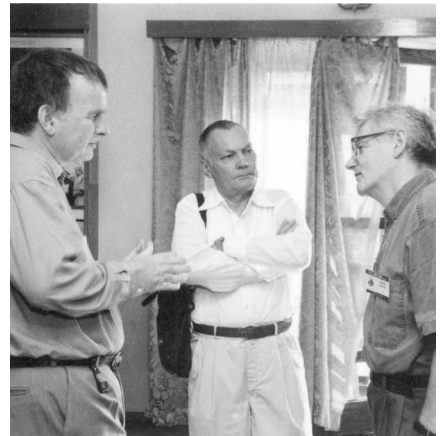


Алушта (Крым), 7–13 сентября.
XXXII Международный симпозиум
по динамике процессов множественного
рождения частиц

Alushta (Crimea), 7–13 September.
The XXXII International Symposium
on Multiparticle Dynamics



КОНФЕРЕНЦИИ. СОВЕЩАНИЯ
CONFERENCES. MEETINGS



Б. Андерсона, его последних научных работах и идеях выступили профессора Г. Густафсон (Швеция), М. Сеймур (Великобритания), Ф. Содерберг (Швеция) и А. Де Ангелис (Италия).

Важной частью сообщений ученых явились несомненные успехи в физике тяжелых ионов (SPS, ЦЕРН; RHIC, США), а также углубленный анализ данных, полученных в экспериментах на LEP (ЦЕРН). Было отмечено, что в современной физике наиболее важным является теоретическое осмысление проблем, связанных с рождением частиц при очень больших множественностях (докл. И. Манджавидзе, А. Сисакян, Л. Енковский), и обоснование предложений по подготовке новых экспериментов на ускорителях У-70, Россия (докл. В. А. Никитин); LHC, ЦЕРН (докл. Ю. Кульчицкий) и тэватроне, США (докл. А. Корытов). Большой интерес вызвали доклады, связанные с проблемами сильных взаимодействий и дифракции в современной физике элементарных частиц (Д. Ширков (ОИЯИ), Н. Николаев, Л. Липатов, А. Кайдалов, В. Фадин (Россия), Л. Лайкок (Великобритания)). Новый взгляд на вопросы термализации процессов при взаимодействии адронов при высоких энергиях представлен в докладе А. Сисакяна (ОИЯИ). Заключительные доклады по итогам симпози-

ума сделали В. Кувшинов (Белоруссия) и А. Корытов (США).

Традиционно итоги очередного симпозиума подвел комитет старейшин, состоящий из международного сообщества ученых, стоявших у истоков ISMD и активно влияющих на научную направленность этих встреч. На заседании комитета, который прошел под руководством профессора Н. Шмитца (Германия), выступил профессор А. Сисакян (ОИЯИ). Комитет отметил высокий научный уровень представленных на симпозиуме докладов и хорошую профессиональную организацию «ISMD XXXII» в целом.

Симпозиум проводился при финансовой поддержке ЮНЕСКО, Российского фонда фундаментальных исследований, Министерства образования РФ и программы «Боголюбов–Инфельд».

Комитет старейшин принял решение о необходимости продолжения традиций проведения ISMD и утвердил страну-организатора на 2003 г. Очередной, 33-й симпозиум будет проходить в сентябре 2003 г. в Кракове (Польша).

*Г. А. Козлов,
Б. М. Старченко*

G. Gustafson (Sweden), M. Samure (Great Britain), F. Soderberg (Sweden) and A. De Angelis (Italy) made reports on his scientific heritage, latest works and ideas.

An important part of the Symposium was dedicated to the obvious success in heavy-ion physics (SPS, CERN; RHIC, USA), and deep analysis of the data obtained in LEP (CERN) experiments. It was marked that theoretical perception of the problems tied to particle production at very high multiplicities is very important in modern physics (reports by J. Manjavidze, A. Sissakian, L. Jenkowski), together with a foundation of proposals to prepare new experiments at the following accelerators: U-70, Russia (V. Nikitin); LHC, CERN (Yu. Kulchitsky), and Tevatron, the USA (A. Korytov). Great interest was aroused by the reports about problems of strong interactions and diffraction in modern physics of elementary particles, presented by D. Shirkov (JINR), N. Nikolaev, L. Lipatov, A. Kaidalov, V. Fadin (Russia), L. Licock (Great Britain). A new vision of thermolization questions in hadron interactions at high energies was given by A. Sissakian (JINR). V. Kuvshinov (Belarus) and A. Korytov (USA) made concluding reports.

Traditionally, conclusions of the current Symposium were made by the Council of Elders, which includes an in-

ternational community of scientists who initiated ISMD events and actively influence their scientific agenda. Professor A. Sissakian (JINR) spoke at the Council meeting, which was held under the chairmanship of Professor H. Schmits (Germany). The Council marked the high scientific level of the reports and good organization of the Symposium on the whole.

The Symposium was financially supported by UNESCO, the Russian Foundation for Basic Research, the RF Ministry of Industry, Science and Technology, and Bogoliubov–Infeld programme.

As a result of the meeting, the Council of Elders took a decision to continue the tradition of ISDM symposia and adopted the country-organizer in 2003. The 33rd Symposium is planned to be held in 2003 in Cracow (Poland).

*G. Kozlov,
B. Starchenko*

**Заместитель директора Лаборатории
нейтронной физики им. И. М. Франка
Н. Попа**

Николае Попа — кандидат физико-математических наук.

Дата и место рождения:

17 декабря 1945 г., Дедулешты, Румыния.

Образование:

1963–1968 Бухарестский университет, физический факультет.

1988 Кандидат физико-математических наук.

Профессиональная деятельность:

1968–1977 Ассистент, научный сотрудник, Институт атомной физики, Бухарест.

1977–1981 Научный сотрудник Института ядерных реакторов, Питешты, Румыния.

1981–1987 Научный сотрудник Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

1987–1989 Старший научный сотрудник Института физики и технологии материалов, Бухарест.

1989–1990 Старший научный сотрудник Института физики и ядерного инжиниринга, Бухарест.

1990–2000 Старший научный сотрудник Института физики и технологии материалов, Бухарест.

2000–2001 Приглашенный исследователь, Национальный институт стандартов, Боулдер, Колорадо, США.

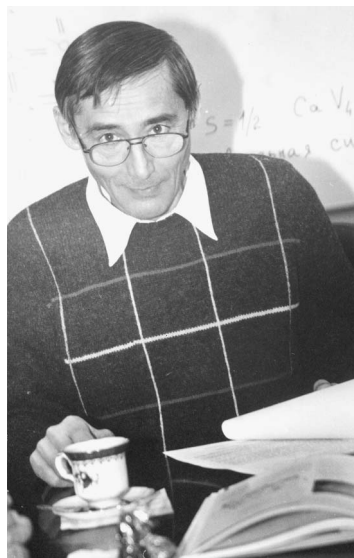
2001–2002 Старший научный сотрудник Института физики материалов, Бухарест.

Научные интересы:

Кристаллография, рассеяние нейтронов, численный анализ.

Научные труды:

Автор 40 работ.



**N. Popa
Deputy Director of the
Frank Laboratory of Neutron Physics**

Nicolae Popa, Ph. D. (Phys. and Math.)

Born:

17 December 1945 in Dedulesti, Romania

Education:

1963–1968 Bucharest University, Faculty of Physics

1988 Ph. D. (Phys. and Math.)

Professional career:

1968–1970 Research Assistant, Research Scientist, Institute of Atomic Physics, Bucharest

1977–1981 Research Scientist, Institute for Nuclear Power Reactors, Pitesti, Romania

1981–1987 Research Scientist, Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research

1987–1989 Senior Research Scientist, Institute of Physics and Technology

of Materials, Bucharest

1989–1990 Senior Research Scientist, Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest

1990–2000 Senior Research Scientist, Institute of Physics and Technology of Materials (now National Institute for Materials Physics), Bucharest

2000–2001 Guest Researcher, National Institute of Standards and Technology, Boulder, Colorado, USA

2001–2002 Senior Research Scientist, National Institute for Materials Physics, Bucharest

Research interests:

Neutron scattering, x-ray crystallography, numerical analysis

Publications:

Author of 40 papers.

В предыдущем выпуске «Новостей ОИЯИ» (2002. № 3. С. 61) в разделе «Краткие биографии» вместо фотографии заместителя директора Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка Николае Попы составители ошибочно поместили фото другого румынского ученого. Исправляем это досадное недоразумение и приносим свои извинения.

The short biography of Deputy Director of the Frank Laboratory of Neutron Physics Nicolae Popa, published in the previous «JINR News» issue (2002. No 3. P. 61), was by mistake accompanied with the photograph of another Romanian scientist. We express our apologies to all concerned and correct this unfortunate misprint.

- Синхротронный источник ОИЯИ: перспективы исследований: Материалы второго международного рабочего совещания, Дубна, 2–6 апр. 2001 г. / Общ. ред.: И. Н. Мешков, В. В. Михайлин и Г. Д. Ширков. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — 157 с.: ил. — (ОИЯИ, Д9-2001-271). — Библиогр.: в конце работ.
Synchrotron Radiation Source: Perspectives of Research: Proc. of the 2nd International Workshop, Dubna, 2–6 April 2001 / Under gen. red. of I. M. Meshkov, V. V. Mikhailin and G. D. Shirkov. — Dubna: JINR, 2002. — 157 p.: ill. — (JINR, D9-2001-271). — Bibliogr.: ends of papers.
- Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV: Proc. of the International Workshop, Varna, Bulgaria, Sept. 10–16, 2001. In 2 v. — Dubna: JINR, 2001. — V. 1. — 300 p. — (JINR, E1,2-2001-290). — Bibliogr.: ends of papers.
- Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV: Proc. of the International Workshop, Varna, Bulgaria, Sept. 10–16, 2001. In 2 v. — Dubna: JINR, 2001. — V. 2. — 275 p.: photos. — (JINR, E1,2-2001-290). — Bibliogr.: ends of papers.
- Perspectives of Nuclear Structure and Nuclear Reactions: Collection of papers, dedicated to the 60th anniversary of the birthday of Rostislav Jolos. — Dubna: JINR, 2002. — 112 p.: ill. — (JINR, E4-2002-66). — Bibliogr. of R. Jolos: p. 5–17.
- Nucleation Theory and Applications / Eds.: J. W. S. Schmelzer et al. — Dubna: JINR, 2002. — XIII, 513 p.: ill. — (JINR, E7,17-2002-135). — Bibliogr.: ends of papers. — Contains overviews on problems which have been discussed at the research workshop «Nucleation and Applications» at JINR in Dubna (2000–2002).
- Workshop on High Energy Spin Physics (SPIN '01) (9; 2001; Dubna): Proc. ..., Dubna, Aug. 2–7, 2001 / Eds.: A. V. Efremov and O. B. Teryaev. — Dubna: JINR, 2002. — 389 p.: ill. — (JINR, E1,2-2002-103). — Bibliogr.: ends of papers.
- Nuclear Electronics & Computing (NEC'2001) (18; 2001; Varna): Proc. of the International Symposium, Varna, Bulgaria, Sept. 12–18, 2001. — Dubna: JINR, 2002. — IV, 261 p.: ill. — (JINR, D10,11-2002-28). — Bibliogr.: ends of papers.
- Computer Algebra and its Application to Physics (СААП-2001): Proc. of the International Workshop, Dubna, Russia, June 28–30, 2001 / Ed.: V. P. Gerdt. — Dubna: JINR, 2002. — 359 p.: ill. — (JINR, E5,11-2001-279). — Bibliogr.: ends of papers.
- Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии: Международный симпозиум под эгидой ЮНЕСКО, посвящ. памяти акад. Н. М. Сисакяна (2; 2001; Москва, Дубна). Сисакяновские чтения (2; 2001; Москва, Дубна): Труды: В 2 т. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — Т. 1. — 249 с.: ил. — (ОИЯИ, Д19-2002-95).
- Problems of Biochemistry, Radiation and Space Biology: II Intern. Symp. under the auspices of UNESCO, dedicated to the memory of Acad. N. Sissakian (2; 2001; Moscow, Dubna). Sissakian Readings (2; 2001; Moscow, Dubna): Proc.: In 2 v. — Dubna: JINR, 2002. — V. 1. — 249 p.: ill. — (JINR, D19-2002-95).
- Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии: Международный симпозиум под эгидой ЮНЕСКО, посвящ. памяти акад. Н. М. Сисакяна (2; 2001; Москва, Дубна). Сисакяновские чтения (2; 2001; Москва, Дубна): Труды: В 2 т. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — Т. 2. — 218 с., [9] с. фото. — (ОИЯИ, Д19-2002-95).
- Problems of Biochemistry, Radiation and Space Biology: II Intern. Symp. under the auspices of UNESCO, dedicated to the memory of Acad. N. Sissakian (2; 2001; Moscow, Dubna). Sissakian Readings (2; 2001; Moscow, Dubna): Proc.: In 2 v. — Dubna: JINR, 2002. — V. 2. — 218 p., [9] p. photos. — (JINR, D19-2002-95).
- Научный семинар памяти В. П. Саранцева (4; 2001; Дубна): Труды... (Дубна, 26–28 сентября 2001 г.). — Дубна: ОИЯИ, 2002. — 263 с.: ил. — (ОИЯИ, Д9-2002-23).
Scientific Seminar in Memory of V. P. Sarantsev (4; 2001; Dubna): Proceedings... (Dubna, September 26–28, 2001). — Dubna: JINR, 2002. — 263 p.: ill. — (JINR, D9-2002-23).
- Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine: Proceedings of International Student School (Dubna, June 27 – July 11, 2001). — Dubna: JINR, 2002. — 221 p., 16 p. photos. — (JINR, E18-2002-88).

- Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции RCDL'2002 (Дубна, 15–17 октября 2002 г.): В 2 т. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — Т. 1. — 335 с. — (ОИЯИ, Д10, 11-2002-208).
Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections: Proceedings of the Fourth All-Russian Scientific Conference RCDL'2002 (Dubna, October 15–17, 2002): In 2 v. — Dubna: JINR, 2002. — V. 1. — 335 p. — (JINR, D10,11-2002-208).
- Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции RCDL'2002 (Дубна, 15–17 октября 2002 г.): В 2 т. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — Т. 2. — 371 с. — (ОИЯИ, Д10, 11-2002-208).
Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections: Proceedings of the Fourth All-Russian Scientific Conference RCDL'2002 (Dubna, October 15–17, 2002): In 2 v. — Dubna: JINR, 2002. — V. 2. — 371 p. — (JINR, D10,11-2002-208).
- *Самойлов В. Н.* Теоретико-полевой анализ сложных систем. — Дубна: ОИЯИ, 2002. — 330 с.: ил.
Samoilov V. N. Field-theoretical Analysis of Complex Systems. — Dubna: JINR, 2002. — 330 p.: ill.
- Письма в ЭЧАЯ. 2002. №№ 2–4.
Particles and Nuclei, Letters. 2002. Nos. 2–4.

ЭЧАЯ

PARTICLES AND NUCLEI

- Вышел в свет очередной выпуск журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра» (2002, т. 33, вып. 4), включающий следующие статьи:
- Живопистцев Ф. А., Хурэлсух С.* Квантовая теория статистических многоступенчатых ядерных реакций.
- Пупышев В. В.* Некоторые разложения в задаче трех частиц.
- Бедняков В. А.* О происхождении химических элементов.
- Москаленко В. А., Ентел П., Маринаро М., Дигор Д. Ф., Греку Д.* Ячеечное представление в трехзонной модели Хаббарда.
- Мамедов Т. Н., Стойков А. В., Горелкин В. Н.* Исследование взаимодействий акцепторной примеси алюминия в решетке кремния μ^- SR-методом.
- A regular issue (2002, V. 33, No. 4) of the journal «Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei» has been published. It includes the following articles:
- Zhivopistsev F. A., Khurelsuk S.* The Quantum Theory of Statistical Multistep Nucleus Reactions.
- Pupyshev V. V.* Some Expansions in the Three-Body Problem.
- Bednyakov V. A.* About Creation of the Chemical Elements.
- Moskalenko V. A., Entel P., Marinaro M., Digor D., Greku D.* The Cell Representation in the Three-Band Hubbard Model.
- Mamedov T. N., Stoikov A. V., Gorelkin V. N.* Investigation of Interactions of Aluminium Acceptor Impurity in the Lattice of Silicon by the μ^- SR-Method.

2003

93-я сессия Ученого совета ОИЯИ	16–17 января, Дубна
Совещание «Борексино оф-лайн»	25–30 января, Дубна
Рабочее совещание по экспериментам «Нейтринный детектор» — NOMAD-HARP	29–31 января, Дубна
VII научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ	3–8 февраля, Дубна, Ратмино
Заседание Финансового комитета ОИЯИ	20–21 февраля, Дубна
Заседание Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ	20–21 марта, Дубна
VII Международное рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применения»	4–28 апреля, Дубна
Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	7–8 апреля, Дубна
Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	10–11 апреля, Дубна
Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	апрель, Дубна
Конференция операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания РФ	15–18 апреля, Дубна

2003

93rd session of the JINR Scientific Council	16–17 January, Dubna
Borexino Off-line Meeting	25–30 January, Dubna
Workshop on NOMAD-HARP Neutrino Detector	22–25 January, Dubna
VII Scientific Conference of Young Scientists and Specialists of JINR	3–8 February, Ratmino, Dubna
Meeting of the JINR Finance Committee	20–21 February, Dubna
Meeting of the Committee of Plenipotentiaries of JINR Member-States	20–21 March, Dubna
VII international workshop «Theory of Nucleation and Its Application»	4–28 April, Dubna
Programme Advisory Committee for Nuclear Physics	7–8 April, Dubna
Programme Advisory Committee for Particle Physics	10–11 April, Dubna
Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics	April, Dubna
Conference of Operators and Users of Satellite and Broadcasting Net of RF	15–18 April, Dubna
Workshop on the EXCHARM Experiment	22–24 May, Dubna

ПЛАН СОВЕЩАНИЙ ОИЯИ
SCHEDULE OF JINR MEETINGS

Рабочее совещание по экспериментам на установке ЭКСЧАРМ	22–24 мая, Дубна
Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	27–30 мая, Дубна
Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами	28–31 мая, Дубна
Международное рабочее совещание «Физика очень больших множественностей»	31 мая–4 июня, Алушта, Украина
94-я сессия Ученого совета ОИЯИ	5–6 июня, Дубна
Международная конференция «Симметрии и спин»	6–18 июня, Прага
XII Международная конференция «Избранные проблемы современной физики» (посвящается 95-летию Д. И. Блохинцева)	8–11 июня, Дубна
Международное совещание «Вычисления для современных и будущих ускорителей»	13–26 июня, Дубна
3-е совещание по исследованиям на реакторе ИБР-2	16–20 июня, Дубна
Международная конференция «Ядро-ядерные столкновения»	17–21 июня, Москва
Летняя школа «Ядерные методы и ускорители в биологии и медицине»	19–30 июня, Познань, Польша
VIII научная летняя школа молодых ученых и специалистов	20–22 июня, Дубна

BAIKAL Workshop	27–30 May, Dubna
International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-11)	28–31 May, Dubna
International meeting «Very High Multiplicity Physics»	31 May – 4 June, Alushta, Ukraine
94th session of the JINR Scientific Council	5–6 June, Dubna
International conference «Symmetry and SPIN»	6–18 June, Prague
XII international conference «Selected Problems of Modern Physics» (dedicated to the 95th anniversary of D. Blokhintsev)	8–11 June, Dubna
International workshop «Calculations for Modern and Future Colliders» (CALC-2003)	13–26 June, Dubna
III Meeting on Research at the IBR-2 Reactor	16–20 June, Dubna
International conference «Nuclei-Nuclei Collisions»	17–21 June, Moscow
Summer school «Nuclear Methods and Accelerators in Biology and Medicine»	19–30 June, Poznan, Poland
VIII Scientific Summer School for Young Scientists and Specialists	20–22 June, Dubna
International symposium «Selected Problems of Heavy Ion Physics»	22–24 June, Dubna

ПЛАН СОВЕЩАНИЙ ОИЯИ
SCHEDULE OF JINR MEETINGS

Международный симпозиум «Избранные вопросы физики тяжелых ионов»	22–24 июня, Дубна
Международная конференция «Новая физика в неускорительных экспериментах» (NANP-2003)	22–28 июня, Дубна
Контрольная комиссия Финансового комитета	4–5 июля, Дубна
Международная школа по современной теоретической физике	13–24 июля, Дубна
Международный семинар «Суперсимметрии и квантовые симметрии»	24–29 июля, Дубна
VII Международная Гомельская школа-семинар «Актуальные проблемы физики микромира»	23 июля – 3 августа, Гомель, Белоруссия
Летняя школа DAAD «Трафик и экономфизика»	30 июля–20 августа, Дубна
V Международная конференция «Современные проблемы ядерной физики»	12–15 августа, Самарканд, Узбекистан
X Международная конференция «Методы симметрии в физике»	12–20 августа, Ереван
Международное совещание «Релятивистские методы в ядерной физике»	18–23 августа, Дубна
XI Европейская школа по физике высоких энергий	24 августа – 6 сентября, Цахкадзор, Армения
Рабочее совещание коллаборации E391A	июль–август, Дубна

International conference «New Physics in Nonaccelerator Experiments» (NANP-2003)	22–28 June, Dubna
Meeting of the Control Board of the Finance Committee	4–5 July, Dubna
International school on modern theoretical physics «Advanced School on Modern Theoretical Physics»	13–24 July, Dubna
International seminar «Supersymmetries and Quantum Symmetries»	24–29 July, Dubna
VII international Gomel school-seminar «Modern Problems of Physics of Microworld»	23 July – 3 August, Gomel, Belarus
DAAD summer school «Traffic and Econophysics»	30 July – 20 August, Dubna
V international conference «Modern Problems of Nuclear Physics»	12–15 August, Samarkand, Uzbekistan
X international conference «Symmetry Methods in Physics»	12–20 August, Yerevan
International workshop «Relativistic Methods in Nuclear Physics»	18–23 August, Dubna
XI European School on High Energy Physics	24 August – 6 September, Tsakhkadzor, Armenia

ПЛАН СОВЕЩАНИЙ ОИЯИ
SCHEDULE OF JINR MEETINGS

Рабочее совещание «Релятивистская ядерная физика — от сотен МэВ до ТэВ», «Стара Лесна–2003»	25–30 августа, Стара Лесна, Словакия
V Научный семинар памяти В. П. Саранцева	сентябрь, Дубна
Конференция «Перспективы развития мультимедийной спутниковой связи и вещания в России и странах СНГ»	2–5 сентября, Дубна
Международная конференция «Структура ядра и связанные вопросы»	2–6 сентября, Дубна
10-я Международная конференция по ионным источникам	8–12 сентября, Дубна
II Международная летняя студенческая школа по физике высоких энергий, посвященная памяти Б. М. Понтекорво	7–17 сентября, Алушта, Украина
XIX Симпозиум ОИЯИ по ядерной электронике и компьютерингу	15–21 сентября, Варна, Болгария
X Международное рабочее совещание по спиновой физике при высоких энергиях	16–20 сентября, Дубна
Первое координационное совещание «Перспективы исследований в области наук о жизни в ядерных центрах»	23–28 сентября, Варна, Болгария
Международная конференция «Лаборатория высоких энергий — 50 лет»	2–4 октября, Дубна
Конференция «История науки и музейное дело»	6–9 октября, Дубна

E391A Collaboration Workshop	July–August, Dubna
Workshop «Relativistic Nuclear Physics — from Hundreds of MeV to TeV», «Stara Lesna–2003»	25–30 August, Stara Lesna, Slovakia
V Scientific Seminar in Memory of V. P. Sarantsev	September, Dubna
Conference «Prospects of Development of Multimedia Satellite and Broadcasting Net in Russia and CIS»	2–5 September, Dubna
International conference «Nuclear Structure and Related Topics»	2–6 September, Dubna
10th International Conference on Ion Sources (ICIS '03)	8–12 September, Dubna
II International Summer Student School on High Energy Physics in Memory of B. M. Pontecorvo	7–17 September, Alushta, Ukraine
XIX JINR Symposium on Nuclear Electronics and Computing	15–21 September, Varna, Bulgaria
X International Workshop on High Energy Spin Physics (SPIN-03)	16–20 September, Dubna
1st coordination meeting «Perspectives of Life Sciences Research at Nuclear Centres»	23–28 September, Varna, Bulgaria

ПЛАН СОВЕЩАНИЙ ОИЯИ
SCHEDULE OF JINR MEETINGS

Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	ноябрь, Дубна
Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	ноябрь, Дубна
Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	ноябрь, Дубна
Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	2–5 декабря, Дубна

International conference «50th Anniversary of the Laboratory of High Energies»	2–4 October, Dubna
Conference «Science History and Museums»	6–9 October, Dubna
Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics	November, Dubna
Programme Advisory Committee for Particle Physics	November, Dubna
Programme Advisory Committee for Nuclear Physics	November, Dubna
BAIKAL Workshop	2–5 December, Dubna