



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

2014-5

**КРАТКИЙ ОБЗОР
ВАЖНЕЙШИХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В 2013 ГОДУ**

**BRIEF REVIEW
OF TOPMOST SCIENTIFIC RESULTS
OBTAINED IN 2013
AT THE JOINT INSTITUTE
FOR NUCLEAR RESEARCH**

Дубна 2014

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Впервые выполнен систематический расчет полного набора трехпетлевых β -функций Стандартной модели (СМ). Полученные результаты позволяют связать физику СМ на масштабе нескольких ТэВ и планковском масштабе. Достигнутая в настоящее время экспериментальная точность измерения параметров расчета достаточна для демонстрации самосогласованности СМ вплоть до энергий порядка 10^{10} ГэВ.

- *Bednyakov A., Pikelner A., Velizhanin V.* // JHEP. 2013. V. 1301. P. 017; Phys. Lett. B. 2013. V. 722. P. 336–340; Nucl. Phys. B. 2013. V. 875. P. 552–565; arXiv:1309.1643 [hep-ph].

Формализм суперпространства на массовой поверхности и спиральных спинов применен к изучению амплитуд рассеяния на массовой поверхности в суперсимметричной теории Янга–Миллса. На основе суммирования всех порядков теории возмущений впервые получено точное выражение для интерсепта реджевской асимптотики амплитуд рассеяния в планарном пределе.

- *Bork L. V., Kazakov D. I., Vlasenko D. E.* // JHEP. 2013. V. 1311. P. 065.

Изучена реакция $per \rightarrow d + \nu_e$, важная для понимания происхождения нейтрино с энергиями $E_\nu = 1,442$ МэВ. Впервые скорость реакции per и ее астрофизический фактор S_{per} рассчитаны с учетом сильного и кулоновского взаимодействий в условиях солнечного ядра. При этом начальное состояние системы S_{per} трактовалось как трехтельное. Рассчитанный поток нейтрино получился на 40 % больше, чем в расчетах, где начальное состояние рассматривалось в приближении двух тел, и хорошо согласуется с экспериментальными данными коллаборации BOREXINO.

- *Belyaev V. B. et al.* // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 035804.

Впервые построена и верифицирована коллективная модель структуры ядра, способная одновременно описывать киральные колебания и вращения атомных ядер, а также переходные режимы. Описание расщепления энергетических уровней между

киральными дублетами требует выхода за рамки приближения среднего поля.

- *Jolos R. V. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 024314.*

В рамках квантовой хромодинамики на решетке было показано, что крупномасштабные топологические глюонные конфигурации доминируют в статистическом ансамбле глюонных флуктуаций при температуре фазового перехода деконфайнмента в глюодинамике и явления кроссовера в полной КХД, а соответствующее изменение топологической восприимчивости вакуума КХД может служить индикатором самого фазового перехода.

- *Bornyakov V.G. et al. // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 114508.*

Впервые дана оценка кварк-пионного рассеяния, характеризующего взаимодействие между кварками и адронами в смешанной мультифазной трактовке на основе двухфлейворной модели Намбу–Йона-Лазинио с учетом петли Полякова. Этот результат открывает принципиальную возможность проверки предположения о формировании смешанной кварк-адронной фазы в столкновениях тяжелых ионов.

- *Friesen A. V., Kalinovsky Yu. V., Toneev V. D. arXiv: 1304.7150[hep-ph]; Nucl. Phys. A (in press).*

В рамках модели кварк-глюонных струн проведены исследования спиральных течений в соударениях тяжелых ионов. Обнаружен новый эффект сепарации гидродинамической спиральности, когда средняя проекция завихренности на скорость меняет знак для частиц по разные стороны от плоскости реакции. Выполнена оценка возникающей при этом поляризации гиперонов.

- *Baznat M. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 061901.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА

Физика частиц

Продолжена работа по анализу данных, полученных в ходе эксперимента NA48/2 (SPS, ЦЕРН). При определяющем вкладе сотрудников ОИЯИ получено первое экспериментальное наблюдение нового канала распада $K^\pm \rightarrow \pi^0 \pi^\pm e^+ e^-$. Измерена ширина и изучены динамические свойства редкого распада $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ на основе рекордной статистики — 149 событий-кандидатов с фоном в $(155 \pm 0,7)$ событий.

Изучение характеристик этих распадов позволит провести проверку Стандартной модели (СМ) и поиск новой физики за ее

пределами, а также внести вклад в развитие киральной пертурбативной теории (низкоэнергетической КХД).

- *Madigozhin D. (NA48/2 and NA62 Collab.)* Probing Non Perturbative QCD with K_{e4} and $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ Decays from the NA48/2 and NA62 Experiments // XXI Intern. Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Marseille, France, April 22–26, 2013; http://pos.sissa.it/archive/conferences/191/132/DIS_2013_132.pdf.
- *Madigozhin D. (NA48/2 Collab.)* High Precision Measurement of the Form Factors of the Semileptonic Decays $K^\pm \rightarrow \pi^+ l^\pm \nu$ (K_{l3}) // XXI Intern. Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Marseille, France, April 22–26, 2013; http://pos.sissa.it/archive/conferences/191/135/DIS_2013_135.pdf
- *Batley J.R. et al. (NA48/1 Collab.)* A New Measurement of the $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ Decay at the NA48/2 Experiment. CERN-PH-EP-2013-197.

Основные усилия группы ОИЯИ в эксперименте CMS (ЛНС, ЦЕРН) были сосредоточены на исследованиях различных процессов с рождением пар мюонов для проверки предсказаний Стандартной модели (СМ) и поиска новой физики за ее пределами. Определены асимметрия вылета мюона «вперед–назад» и дифференциальное сечение рождения мюонных пар в процессе Дрелла–Яна, в диапазоне инвариантных масс от 15 до 1500 ГэВ. Измеренные значения находятся в согласии с NNLO-предсказаниями СМ.

Комбинированный анализ данных по рождению мюонных и электронных пар позволил исключить с 95 %-м уровнем достоверности существование новых нейтральных калибровочных бозонов расширенного калибровочного сектора с константами связи СМ с $M_{Z_{SSM}} < 2950$ ГэВ, а для калибровочной модели, обусловленной суперструнной теорией, с $M_{Z_\psi} < 2600$ ГэВ. Предел на $M_{R_{S1}}$ -гравитона составил 2390 ГэВ для константы связи $c = 0,10$ и 2030 ГэВ для $c = 0,05$.

Выполнен анализ многоструйных событий, нацеленный на поиск микроскопических квазиклассических и квантовых черных дыр, предсказываемых на масштабе \sim ТэВ. Полученные значения минимальной массы черной дыры составляют 4,7–6,3 ТэВ в зависимости от механизмов образования и эволюции для зна-

чений фундаментального многомерного планковского масштаба $M_D \leq 5$ ТэВ.

Было продолжено изучение свойств бозона Хиггса. Анализ данных канала распада на два нейтральных калибровочных бозона и далее на четыре лептона позволил уточнить массу бозона Хиггса, которая составила $m_H = (125,8 \pm 0,5 \text{ (стат.)} \pm 0,2 \text{ (сист.)})$ ГэВ; для комбинированного анализа каналов распада на пару фотонов и четыре лептона $m_H = (125,7 \pm 0,3 \text{ (стат.)} \pm 0,3 \text{ (сист.)})$ ГэВ. Анализ угловых распределений продуктов распада бозона Хиггса позволил исключить практически все состояния со спином и четностью, не соответствующими бозону Хиггса СМ.

- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Measurement of the Differential and Double-Differential Drell–Yan Cross Sections in Proton–Proton Collisions at 7 TeV // JHEP (submitted); arXiv:1310.7291.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Forward–Backward Asymmetry of Drell–Yan Lepton Pairs in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV // Phys. Lett. B. 2013. V. 718. P. 752.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Search for Microscopic Black Holes in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV // JHEP. 2013. V. 07. P. 178.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Observation of a New Boson with Mass near 125 GeV in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV // J. High Energy Phys. 2013. V. 06. P. 081.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Properties of the Higgs-Like Boson in the Decay $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ in pp -Collisions at 7 and 8 TeV. CMS-PAS-HIG-13-002. Geneva: CERN, 2013.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.).* Combination of Standard Model Higgs Boson Searches and Measurements of the Properties of the New Boson with a Mass Near 125 GeV. CMS-PAS-HIG-13-005. Geneva: CERN, 2013.

При активном участии группы ОИЯИ в эксперименте COMPASS (SPS, ЦЕРН) получены результаты по поляризации глюонов $\Delta g/g$ в нуклонах из измерений спиновой асимметрии событий глубоконеупругого рассеяния (ГНР) с рождением очарованных частиц в конечном состоянии.

Среднее значение поляризации глюонов в лидирующем порядке КХД (ЛО) составило $\langle \Delta g/g \rangle_{LO} = -0,06 \pm 0,21 \text{ (стат.)} \pm 0,08 \text{ (сист.)}$ при значении параметра $\langle \mu^2 \rangle \sim 13$ ГэВ² и средней доле импульса, переносимого глюонами, $\langle x \rangle \sim 0,11$. Впервые получено значение поляризации глюонов в следующем за лидиру-

ющем (NLO) порядке КХД: $\langle \Delta g/g \rangle_{\text{NLO}} = -0,13 \pm 0,15$ (стат.) $\pm \pm 0,15$ (сист.) при $\langle \mu^2 \rangle \sim 13 \text{ ГэВ}^2$ и $\langle x \rangle \sim 0,20$.

Проведен анализ экспериментальных данных по рождению Λ -, $\Sigma(1385)$ - и $\Xi(1321)$ -гиперонов в ГНР мюонов на ${}^6\text{LiD}$ -мишени. Измерен относительный выход $\Xi(1385)^{+-}$ -, $\Sigma(1385)^{-}$ -, анти- $\Sigma(1385)^{-}$ -, анти- $\Sigma(1385)^{+}$ -, $\Xi(1321)^{-}$ - и анти- $\Xi(1321)^{+}$ -гиперонов, распадающихся на Λ (анти- Λ) π . Измеренное отношение выхода тяжелых гиперонов к антигиперонам составило от 3,8 до 5,6% с неопределенностью около 10%.

- *COMPASS Collab.* // PRD. 2013. V. 87. P. 052018.
- *COMPASS Collab.* // EPJC. 2013. V. 73. P. 2581.
- *COMPASS Collab.* // EPJC. 2013. V. 73. P. 2531.

Коллаборации CDF и D0 (FNAL, США) при участии группы ОИЯИ измерили среднее значение массы топ-кварка на основании значений, полученных в различных каналах распада пар топ-антитоп кварков. Результат достигнут на статистике до $8,7 \text{ фб}^{-1}$. Комбинация этих измерений с учетом корреляции ошибок позволила получить наиболее точное значение массы топ-кварка $M_{\text{top}} = (173,20 \pm 0,51$ (стат.) $\pm 0,71$ (сист.)) $\text{ГэВ}/c^2$, что соответствует полной неопределенности $0,87 \text{ ГэВ}/c^2$, или 0,50%-й точности.

- *CDF, D0 Collab.* Combination of CDF and D0 Results on the Mass of the Top Quark Using up to 8.7 fb^{-1} at the Tevatron. 2013. <http://arxiv.org/abs/1305.3929>.

В марте 2013 г. коллаборация BES-III (ИНЕР CAS, Китай) сообщила о наблюдении «заряженной чармониеподобной структуры» $Z_c^+(3900)$ в реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^- Z_c^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ при энергии столкновений $\sqrt{s} = 4,26 \text{ ГэВ}$. На сентябрьском совещании коллаборации были представлены наблюдения узкого заряженного резонанса $Z_c^+(4020)$ в системе $(\pi^+ h_c)$ в реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^- X^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- h_c$ и резонанса $Z_c^+(4025)$ вблизи порога $D^* D^*$ в реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^- X^+ \rightarrow \pi^+ D^* D^*$. Являются ли обнаруженные резонансы одной частицей, неясно. Но близость массы к порогу рождения $D^* D^*$ -пары говорит в пользу модели «мезонной молекулы».

- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmoniumlike Structure in $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ at $\sqrt{s} = 4.26 \text{ GeV}$ // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 25200.
- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmoniumlike Structure $Z_c(4020)$ and Search for the $Z_c(3900)$ in $e^+e^- \rightarrow \rightarrow \pi^+ \pi^- h_c$. arXiv:1309.1896.

- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmoniumlike Structure in $e^+e^- \rightarrow (D^*D^*)^\pm\pi^\pm$ at $\sqrt{s} = 4.26$ GeV. arXiv:1308.276.

В эксперименте DSS, проводимом на внутренней мишени нуклотрона (ОИЯИ), получены экспериментальные данные по угловой зависимости сечения упругого дейтрон-протонного рассеяния при энергиях дейтрона 1300, 1500 и 2000 МэВ. Предварительные результаты представлены на международных конференциях HS2013 и EFB22.

Получены экспериментальные данные для реакции развала дейтрона с детектированием двух протонов при энергиях начального дейтрона 300, 400 и 500 МэВ в различных кинематических конфигурациях. Предварительные результаты представлены на международных конференциях HS2013 и EFB22.

Получены и опубликованы в реферируемом журнале данные по анализирующим способностям A_y , A_{yy} , A_{xx} и A_{xz} реакции $dd \rightarrow tp$ при энергии дейтрона 200 МэВ.

- *Kurilkin A. K. et al.* Angular Distributions of the Vector A_y and tensor A_{yy} , A_{xx} , A_{xz} Analyzing Powers in the $dd \rightarrow \rightarrow {}^3\text{H}p$ reaction at 200 MeV // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 051001(R).
- *Piyadin S. M. et al.* Experiment on the Study of the $dp \rightarrow ppn$ Reaction at 300–500 MeV of the Deuteron Energy at ITS at Nuclotron // Nucl. Phys. B. (Proc. Suppl.). 2013. V. 245. P. 177–180.
- *Ladygin V. P. et al.* Few-Body Studies at Nuclotron-JINR // Proc. of the 22th Eur. Conf. on Few-Body Problems in Physics, Sept. 9–13, 2013, Krakow, Poland; Few Body Systems (in press).

Релятивистская ядерная физика

Группа ОИЯИ, участвующая в ионной части программы эксперимента NA61/SHINE (SPS, ЦЕРН), ведет систематическое изучение ядро-ядерных реакций, выполненных в $\text{Pb} + \text{Pb}$ -столкновениях, и посредством исследования реакций с ядрами средних размеров (Xe и Ar), а также легких ядер (Be).

Проведен анализ данных и получены первые предварительные результаты по столкновению ${}^7\text{Be} + {}^9\text{Be}$, а также данные по реакциям $p + p$ и $p + \text{C}$ (Long Target) при 31 ГэВ/с, необходимые для нейтринного эксперимента T2K.

- *Abgral N. et al.* Pion Emission from the T2K Replica Target: Method, Results and Application // Nucl. Instr. Meth. A. 2013. V. 701. P. 99–114.

Группа ОИЯИ в эксперименте STAR на RHIC (BNL, США) принимала активное участие в программе энергетического сканирования по изучению рождения адронов в AuAu-столкновениях при энергиях $\sqrt{s}_{NN} = 7,7, 11,5, 19,6, 27, 39$ ГэВ. Установлена зависимость отношения R_{CP} эллиптического потока для мезонов, барионов и их античастиц, отношения выходов частиц в AuAu-столкновениях от поперечного импульса и энергии столкновения \sqrt{s}_{NN} .

- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 142301.
- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 34906.
- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 14904.

Группа ОИЯИ, участвующая в эксперименте ALICE (LHC ЦЕРН), регистрировала данные с «minimum bias» триггером ($6 \cdot 10^7$ событий) в реакции p -Pb при 5,02 ТэВ. Получены первые результаты на фемтоскопические корреляции в рождении пар заряженных каонов в реакции p -Pb при 5,02 ТэВ на нуклонную пару. Был выполнен специальный анализ чистоты выделения заряженных каонов в столкновении Pb-Pb при 276 ТэВ, и получены новые результаты на величину R_{inv} , а также по рождению $\varphi \rightarrow K^+K^-$.

- *Abelev B. et al.* Charged Kaon Femtoscopic Correlations in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 052016.
- *Abelev B. et al.* Two and Three-Pion Quantum Statistics Correlations in Pb-Pb Collisions at 2.76 TeV at the LHC. arXiv:1310.7808. 2013.

В эксперименте ФАЗА-3 на нуклотроне (ОИЯИ) выполнено измерение полной временной шкалы многотельного развала ядер: он происходит через 120 фм/с после соударения пучка дейтронов с мишенью Au. Таким образом, впервые измерено время расширения горячего ядра.

- *Карнаухов В. А.* Свойства горячих ядер, возникающих в соударениях легких релятивистских ионов с тяжелыми мишенями // ЯФ. 2014. Т. 77, № 1. С. 120–129.

Группой BECQUEREL обработана информация, набранная в ходе сеансов нуклотрона. Исследована зарядовая топология фрагментации ядер ^{10}C с энергией 1,2 АГэВ в ядерной эмульсии.

Изучена диссоциация релятивистских ядер ^{12}N с импульсом 2 АГэВ/с при наиболее периферических взаимодействиях в ядерной эмульсии. Представлена картина зарядовой топологии образующихся ансамблей релятивистских фрагментов и особенности их угловых распределений. Кластерная структура ядра ^{12}N предстает как сложная смесь состояний ядра-основы ^7Be и возможных конфигураций протонов и легчайших ядер.

- *Zarubin P.I.* «Tomography» of the Cluster Structure of Light Nuclei via Relativistic Dissociation // Lecture Notes in Physics. 2013. V. 875. Clusters in Nuclei. V. 3. Springer Intern. Publ. P. 51–93.
- *Маматкулов К.З. и др.* Диссоциация ядер ^{10}C с энергией 1,2 АГэВ в ядерной фотографической эмульсии // ЯФ. 2013. Т. 76, № 10. С. 1286–1291.
- *Камтабеков Р.Р. и др.* Когерентная диссоциация релятивистских ядер ^{12}N // ЯФ. 2013. Т. 76, № 10. С. 1281–1285.

Физика тяжелых ионов

В 2013 г. завершена обработка результатов экспериментов по изучению радиоактивных свойств изотопов элементов 115 и 117 и продуктов их α -распада, синтезированных в реакциях полного слияния $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$. Работа выполнена на газонаполненном сепараторе ЛЯР ОИЯИ в сотрудничестве с лабораториями в Ок-Ридже (ORNL), Ливерморе (LLNL), Ноксвилле (UT), Нэшвилле (VU) и Димитровграде (НИИАР). В реакции $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ зарегистрированы три ядра $^{294}117$ и 11 ядер $^{293}117$. Радиоактивные свойства всех ядер в цепочках распада изотопов $^{294}117$ и $^{293}117$ совпадают с данными, измеренными в первом эксперименте по синтезу элемента 117 в 2009–2010 гг. Изотоп $^{289}115$ наблюдался в перекрестных реакциях $^{243}\text{Am} (^{48}\text{Ca}, 2n) ^{289}115$ и $^{249}\text{Bk} (^{48}\text{Ca}, 4n) ^{293}117 \rightarrow ^{289}115$. Свойства распада этого ядра и продуктов его α -распада идентичны в обеих реакциях, при образовании его в прямой реакции и после α -распада материнского ядра $^{293}117$, что является независимым подтверждением открытия новых 115-го и 117-го элементов.

- *Oganessian Yu. Ts., Abdullin F. Sh., Dmitriev S. N., Gostic J. M., Hamilton J. H., Henderson R. A., Itkis M. G., Moody K. J., Polyakov A. N., Ramayya A. V., Roberto J. B., Rykaczewski K. P., Sagaidak R. N., Shaughnessy D. A.,*

Shirokovsky I. V., Stoyer M. A., Stoyer N. J., Subbotin V. G., Sukhov A. M., Tsyganov Yu. S., Utyonkov V. K., Voinov A. A., Vostokin G. K. Investigation of the $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Products Previously Observed in the Experiments on Elements 113, 115, and 117 // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P. 014302

- *Oganessian Yu. Ts., Abdullin F. Sh., Alexander C., Binder J., Boll R. A., Dmitriev S. N., Ezold J., Felker K., Gostic J. M., Grzywacz R. K., Hamilton J. H., Henderson R. A., Itkis M. G., Miernik K., Miller D., Moody K. J., Polyakov A. N., Ramayya A. V., Roberto J. B., Ryabiniin M. A., Rykaczewski K. P., Sagaidak R. N., Shaughnessy D. A., Shirokovsky I. V., Shumeiko M. V., Stoyer M. A., Stoyer N. J., Subbotin V. G., Sukhov A. M., Tsyganov Yu. S., Utyonkov V. K., Voinov A. A., Vostokin G. K.* Studies of the $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Including Decay Properties and Excitation Function for Isotopes of Element 117 and Discovery of the New Isotope ^{277}Mt // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P. 054621.

Ядерная физика низких и промежуточных энергий

Коллаборация MEG-PEN (PSI, Швейцария) представила анализ распада $3,6 \cdot 10^{14}$ мюонов, остановленных в мишени и зарегистрированных в эксперименте по изучению нарушающего закон сохранения лептонного числа распада $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$. Эффекта, превышающего фон, не наблюдалось. Новый верхний предел вероятности этого распада зарегистрирован на уровне $5,7 \cdot 10^{-13}$ (90 %-й уровень достоверности). Это ограничение в четыре раза более строгое, чем предыдущее значение.

- *Adam J., Bai X., Baldini A. M. et al.* New Constraint on the Existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ Decay // *PRL.* 2013. V. 110. P. 201801.

На ускорителе COSY (FZJ, Германия) проведены исследования в двойной поляризованной постановке, т. е. с использованием поляризованного дейтронного пучка и поляризованной водородной мишени.

Впервые в квазисвободной кинематике измерены коэффициенты спиновой корреляции $A_{x,x}$ и $A_{y,y}$ в реакции $\vec{n}p \rightarrow d\pi^0$ при энергиях нейтрона, близких к 353 и 600 МэВ. Результаты находятся в хорошем согласии с предсказаниями SAID для реакции $pp \rightarrow d\pi^+$, не наблюдается признаков нарушения изоспиновой инвариантности.

- *Shmakova V. et al. First Measurements of Spin Correlations in the $\bar{n}p \rightarrow d\pi^0$ Reaction // Phys. Lett. B. 2013. V.726. P.634.*

Нейтронная ядерная физика

Проведенный анализ экспериментов с ультрахолодными нейтронами показывает, что физическая адсорбция наночастиц/нанокпель, левитирующих в высоковозбужденных состояниях в потенциальной яме, образованной силами Ван-дер-Ваальса/Казимира–Полдера (ВдВ/КП), приводит к новым эффектам на пересечении физики фундаментальных взаимодействий, нейтронов, поверхности и наночастиц. Учет взаимодействия УХН с наночастицами позволяет объяснить недавно открытый так называемый малый нагрев УХН в ловушках.

- *Несвижевский В.В., Воронин А.Ю., Ламбрехт А., Рейно С., Лычагин Е.В., Муzychка А.Ю., Стрелков А.В. Наблюдение квантовой левитации наночастиц методом ультрахолодных нейтронов // Кристаллография. 2013. Т. 58, № 5. С. 730–736.*

Проанализированы результаты измерений диффузного отражения очень холодных и холодных нейтронов от наноструктурированных отражателей. Показано, что наноструктурированные отражатели заполняют пробел в области энергий очень холодных и холодных нейтронов между эффективными отражателями, использующими нейтронно-оптический потенциал, и отражателями на основе брэгговского рассеяния и рассеяния на отдельных ядрах среды.

- *Lychagin E. V., Muzychka A. Yu., Nesvizhevsky V. V. Nano-Structured Reflectors for Slow Neutrons. New Developments in Low-Energy Physics Research Editors / Eds.: Tao Zoeng, Meng Ngai. NOVA Publishers, 2013.*

Рассмотрены особенности эффекта ускоряющегося вещества (ЭУВ) — изменения энергии нейтрона при прохождении через образец преломляющего вещества, движущегося с ускорением, в случае двоякопреломляющей среды. В этом случае у ЭУВ появляются новые свойства. В нейтронной оптике ЭУВ приводит к появлению нестационарного состояния с прецессирующим спином. При прохождении двухкомпонентного нейтрино через слой ускоряющегося вещества ЭУВ оказывает воздействие на эволюцию нейтринного состояния.

- Франк А.И., Наумов В.А. Взаимодействие волн с двояко-преломляющим веществом, двигающимся с ускорением // ЯФ. 2013. Т. 76. С. 1507.

Разработан первый вариант перспективной практической модели каскадного гамма-распада нейтронного резонанса. Модель предполагает, что сосуществование и взаимодействие фермионной и бозонной компонент может определять свойства ядерной материи при энергии возбуждения вблизи энергии связи нейтрона в ядре. Модель позволила описать интенсивности таких каскадов с точностью эксперимента для имеющегося набора из 40 составных ядер в области масс от ^{40}K до ^{200}Hg .

- Суховой А.М., Хитров В.А. Основные положения и результаты применения модифицированной модели распределения ширин нейтронных резонансов в области масс $35 \leq A \leq 249$ // ЯФ. 2013. Т. 76(1). С. 70–81.

В рамках изучения микробиотехнологии методом нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 был определен элементный состав микробиальных образцов и оценена эффективность накопления цинка и других металлов биомассой спироулины. Полученные результаты показывают эффективность использования микроводоросли *Spirulina platensis* для извлечения цинка из сточных вод.

- Zinicovscaia I., Duca Gh., Rudic V., Cepoi L., Chiriac T., Frontasyeva M. V., Pavlov S. S., Gundorina S. F. *Spirulina Platensis* as Biosorbent of Zinc in Water // Environ. Eng. Manag. J. 2013. V. 12, No. 6. P. 1079–1084.

Работы по активному биомониторингу с использованием мхов-трансплантатов позволили провести изучение воздушных загрязнений в центре Белграда (Сербия), а также в одном из наиболее экологически неблагоприятных районов Греции — Великой Фракийской низменности (Аттика). Эффективность использования мхов-биомониторов в изучении атмосферных выпадений радионуклидов продемонстрирована в совместных работах со Словакией, Белоруссией, ЮАР, Сербией и Таиландом.

- Saitanis C. J., Frontasyeva M. V., Steinnes E., Palmer M. W., Ostrovnaya T. M., Gundorina S. F. Spatiotemporal Distribution of Airborne Elements Monitored with the Moss Bags Technique in the Greater Thriasion Plain, Attica, Greece // Environmental Monitoring and Assessment. 2013. V. 185, No. 1. P. 955–968.

Физика конденсированных сред

Проведено исследование кристаллической структуры и магнитных свойств несобственного мультиферроика $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ с 2D-магнитной треугольной решеткой методом нейтронной дифракции, рентгеновской дифракции и магнитной восприимчивости в широком диапазоне давлений и температур. Под давлением наблюдался структурный фазовый переход из тригональной в моноклинную фазу. В тригональной фазе установлено увеличение температуры Нееля с барическим коэффициентом $0,09 \text{ ГПа}^{-1}$. В моноклинной фазе высокого давления магнитного упорядочения не наблюдалось вплоть до $T = 1,5 \text{ К}$.

- *Kozlenko D. P., Kichanov S. E., Lukin E. V., Dang N. T., Dubrovinsky L. S., Bykova E. A., Kamenev K. V., Liermann H.-P., Morgenroth W., Shapiro A. Ya., Savenko B. N.* Effect of High Pressure on the Crystal Structure, Magnetic, and Vibrational Properties of Multiferroic $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ // *Phys. Rev. B.* 2013. V. 87. P. 014112-1-6.

Проведены нейтронные *in situ* исследования процессов заряда–разряда коммерческих литиевых аккумуляторов с электродами из LiFePO_4 (LFP) и графита. Детально проанализирована стадийность процесса внедрения Li в графит с последовательным образованием нескольких LiC_n -фаз и обратимый переход $\text{LiFePO}_4 \leftrightarrow \text{FePO}_4$. Анализ изменений микроструктуры материала катода при внедрении в него ванадия (LFPV) показал значительное увеличение степени дефектности структуры, что коррелирует с лучшими электрохимическими свойствами LFPV по сравнению с LFP.

- *Bobrikov I. A., Balagurov A. M., Chih-Wei Hu, Chih-Hao Lee, Sangaa Deleg, Balagurov D. A.* Structural Evolution in LiFePO_4 -Based Battery Materials: *In Situ* and *Ex Situ* Time-of-Flight Neutron Diffraction Study // *J. Power Sources* (submitted); www.elsevier.com/locate/jpowsour.

Проведено исследование жидких дисперсий детонационных наноалмазов методом малоуглового рассеяния нейтронов с вариацией контраста. Для описания структурной организации системы предложен непрерывный пространственный переход углеродных состояний от кристаллического алмаза внутри частиц к графитоподобному состоянию на поверхности. Такой переход позволяет совместить экспериментально наблюдаемый сдвиг в средней плотности длины рассеяния частиц от плотности кристаллического алмаза.

- *Avdeev M. V., Aksenov V. L., Tomchuk O. V., Bulavin L. A., Garamus V. M., Osawa E.* The Spatial Diamond–Graphite Transition in Detonation Nanodiamond as Revealed by Small-Angle Neutron Scattering // *J. Phys.: Cond. Matter.* 2013. V. 25. P. 445001.

РАДИАЦИОННЫЕ И РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методом флуоресцентной микроскопии с использованием иммуноцитохимического окрашивания белков γ -H2AX и 53BP1 в ядрах фибробластов человека проведен сравнительный анализ особенностей формирования двунитевых разрывов (ДР) ДНК и изучена кинетика репарации повреждений данного типа при действии γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов ^{20}Ne (ЛПЭ = 130 кэВ/мкм). Применение различных ингибиторов репарации позволило выявить вклад негомологичного воссоединения ДНК в суммарную репарацию ДР ДНК в лимфоцитах человека при действии γ -квантов.

- *Falk M., Lukasova E., Falkova I., Davidkova M., Bacikova A., Stefancikova L., Jezkova L., Vachelova J., Michaelidesova A., Boreyko A., Krasavin E., Kozubek S.* «Primary» and «Secondary» Clustering of DSB Repair Foci and Repair Kinetics Compared for γ -Rays, Protons of Different Energies, and High-LET ^{20}Ne Ions // *J. Radiat. Res.* 2013 (in press).

Сформулированы модели трех основных механизмов восстановления повреждений ДР ДНК: негомологичного воссоединения концов, гомологичной рекомбинации и однострессового отжига по прямым повторам. Предложенный модельный подход применен к описанию кинетики репарации ДР ДНК, индуцированных действием ионизирующих излучений в широком диапазоне значений ЛПЭ — от 0,2 до 440 кэВ/мкм.

- *Lyashko M. S., Belov O. V., Avvakumova I. L.* Dynamic Model of DNA Double-Strand Break Repair by Non-Homologous end Joining // *Book of Abstr. of the IUPAB Intern. Workshop «Computational and Theoretical Modeling of Biomolecular Interactions»*, Dubna, June 3–8, 2013. P. 48–49.

Проведены расчеты по оценке энерговыделения в отдельных нейронах головного мозга грызунов при действии тяжелых заря-

женных частиц высоких энергий. Оценено распределение энергии и дозы в объемных моделях пирамидных нейронов области CA1 гиппокампа крыс при облучении ускоренными ионами ^{56}Fe с энергиями 0,3 и 1,0 ГэВ/нуклон.

- *Batmunkh M., Bayarchimeg L., Lkhagva O., Belov O.* Cluster Analysis of HZE Particle Tracks as Applied to Space Radiobiology Problems // Phys. Part. Nucl. Lett. 2013. V. 10, No. 7. P. 854–859.

Рассмотрено влияние неоднородностей в синаптических связях в нейронных сетях, возникающих вследствие радиационных или химических воздействий, на распространение импульсов. В результате взаимодействия импульса с неоднородностью возможны эффекты задержки, отражения, компрессии и разбиения импульса вплоть до его разрушения.

- *Бугай А. Н.* Диссипативные солитоны в нейронных сетях с локальными повреждениями // Сб. тр. XIV Всероссийской школы-семинара «Волны-2013». М.: МГУ, 2013. С. 15–16.

Методами молекулярной динамики изучены структурные и функциональные свойства фермента ДНК-фотолиазы. ДНК-фотолиаза — активируемый светом фермент, восстанавливающий индуцированный УФ-излучением циклобутан-пиримидиновый димер в поврежденной ДНК. Полученные результаты способствуют решению задачи о механизмах репарации ДНК данным ферментом.

- *Душанов Э., Холмуродов Х., Ясуока К., Красавин Е.* МД-исследования конформационного поведения фермента ДНК-фотолиазы // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 6. С. 974–985.

Выявлена способность сетчатки мышей к спонтанному восстановлению функциональной активности и адаптивному ответу фоторецепторов сетчатки *in vivo* после генотоксических и радиационных воздействий.

- *Виноградова Ю. В., Тронов В. А., Ляхова К. Н., Островский М. А.* Повреждение и функциональное восстановление сетчатки у мышей после воздействия генотоксических агентов. Препринт ОИЯИ Р19-2013-54. Дубна, 2013.

Совместно с сотрудниками ГНЦ РФ ИМБП РАН и МТК ОИЯИ создано техническое устройство, позволяющее производить тотальное облучение животных протонами в расширенном пике Брэгга. На уровне целостного организма продемонстрировано повреждающее действие протонов в пике Брэгга на со-

стояние системы кроветворения и цитогенетического аппарата клеток костного мозга, достоверно превышающее эффект пучка протонов с энергией 171 МэВ.

- *Иванов А.А., Молоканов А.Г., Булынина Т.М., Ворожцова С.В., Абросимова А.Н., Крючкова Д.М., Северюхин Ю.С.* Радиобиологические эффекты тотального облучения протонами в пике Брэгга // Междунар. научн. конф. «Радиобиологические основы лучевой терапии опухолей» памяти Александра Семеновича Саенко: Тез. докл., Москва, 19–20 ноября 2013 г. М.: РУДН, 2013. С. 8.

Проведен анализ реакции синтеза химических соединений из формамида NH_2CONH_2 (продукта гидролиза HCN) при действии ионизирующей радиации. Реакции синтеза осуществлялись при облучении протонами с энергией 165 МэВ на фазотроне ОИЯИ в присутствии катализаторов, полученных из метеоритов различных классов. На основании выполненных экспериментов сделан важный вывод о том, что в системе «формамид – вещество метеоритов + ионизирующее излучение» в заметных количествах формировались пребиотические соединения (предшественники нуклеиновых кислот, белков, метаболических циклов и метаболизма). При действии УФ и/или нагревании пребиотические соединения не образовывались. Данные исследования могут пролить свет на происхождение жизни во Вселенной.

- *Саладино Р., Ботта Дж., Дельфино М., Ди Мауро Э., Капралов М.И., Красавин Е.А., Тимошенко Г.Н., Розанов А.Ю.* Образование пребиотических соединений формамида при облучении частицами высоких энергий // Новости ОИЯИ. 2013. № 4. С. 16–19.

УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕМАТИКА

Развитие нуклотрона и проект NICA

В 2013 г. продолжались работы по модернизации элементов ускорительного комплекса в рамках проекта «Нуклотрон–NICA». Было проведено два сеанса работы нуклотрона общей продолжительностью 2000 ч; проведена частичная модернизация ускоряющих станций; завершено конструирование нового электростатического септума системы вывода пучка; новый ионный источник тяжелых ионов «Крион-6Т» подготовлен к сеансу на нуклотроне, получены пучки Au^{31+} интенсивностью $6 \cdot 10^8$ частиц за сброс;

продолжалось развитие криогенного комплекса; введен в эксплуатацию опытный фрагмент АСУ на основе системы Tango; завершаются работы по созданию нового источника поляризованных ионов.

В рамках работ по реализации проекта NICA в 2013 г. развита инфраструктура для массового производства новых моделей и прототипов сверхпроводящих магнитов для проектов NICA и FAIR; изготовлен предсерийный образец дипольного магнита бустера; завершается изготовление ускоряющих структур нового линейного инжектора; на нуклотроне реализовано стохастическое охлаждение дейтронного пучка.

Технический проект коллайдера прошел государственную экспертизу РФ.

Опубликовано 6 статей в научных журналах и 2 сообщения ОИЯИ, сделан 31 доклад на международных конференциях.

- *Ivanov E. V. et al.* The Quench Detection System for Superconducting Elements of Nuclotron Acceleration Complex // Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10, No. 4(181). P. 603–612.

Ускорители тяжелых ионов ЛЯР

В 2013 г. на циклотроне У400М введен в действие новый испытательный стенд для тестирования радиационной стойкости электронных приборов на пучках тяжелых ионов с энергиями 14–42 МэВ/нуклон. Новая установка существенно расширяет энергетический диапазон пучков, необходимых для данных исследований. Диапазон энергий выше 10 МэВ/нуклон значительно увеличивает возможности моделирования воздействия тяжелоионной компоненты космического излучения и позволяет проводить испытания электронных компонент без вскрытия корпусов как в вакууме, так и в атмосфере.

- *Skuratov V. A., Teterev Yu. G., Mitrofanov S. V., Kalagin I. V., Gulbekyan G. G., Anashin V. S., Emeliyanov V. V.* High Energy Ion Beam Line for SEE Testing at U400M FLNR JINR Cyclotron // 2013 Single-Event Effects (SEE) Symposium and Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) Meetings, April 9–12, 2013, La Jolla, California, USA.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

На базе ЦИВК ОИЯИ создан прототип центра уровня Tier-1 для эксперимента CMS (LHC, ЦЕРН). Центр Tier-1 будет ис-

пользоваться как часть глобальной системы обработки экспериментальных данных и данных моделирования событий, поступающих из центра уровня Tier-0 (ЦЕРН), а также центров уровней Tier-1 и Tier-2, глобальной грид-системы LHC — WLCG для эксперимента CMS.

В 2013 г. на ЦИВК ОИЯИ было выполнено более 4 млн задач, затраты процессорного времени составили более 115 млн ч в единицах HEPSpec06.

- *Астахов Н.С. и др.* // Информационные технологии и вычислительные системы. 2013. № 4. С. 27–36.

Создана имитационная модель системы хранения и обработки данных ускорительного комплекса NICA (ОИЯИ). В качестве платформы для модели выбрана система GridSim. Созданная система моделирования позволяет проводить разнообразные эксперименты с исследуемым объектом, не прибегая к их физической реализации.

- *Кореньков В.В., Нечаевский А.В., Трофимов В.В.* // Информационные технологии и вычислительные системы. 2013. № 4. С. 37–44.

Предложен подход к созданию облачных автономных грид-инфраструктур, предназначенных для решения различных задач в области облачных и грид-технологий, а также описана реализация такого комплекса и опыт его использования. На основе разработанного подхода создан специализированный облачный программно-аппаратный комплекс в составе ЦИВК ОИЯИ.

- *Кутовский Н.А.* // Информатизация образования и науки. 2013. № 4(20). С. 15–29.

На основе смоделированных событий, генерированных с помощью пакета GEANT3 в среде СВМ-ROOT, выполнена оценка эффективности и производительности алгоритма распознавания траекторий заряженных частиц на многоядерном сервере ОИЯИ. Алгоритм продемонстрировал высокую эффективность реконструкции треков (96–97 %) при низком уровне некорректно найденных треков (2–4 %). Достигнута высокая скорость обработки событий на одном ядре, равная в среднем 220 мс на одно центральное событие и 25 мс на одно смешанное событие. Показано, что с увеличением числа включаемых в обработку ядер практически линейно растет количество обработанных событий.

- *Кулаков И.С. и др.* // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 2(179). С. 253–267.

Выполнены теоретически кинематические расчеты сечения для реакции захвата $H^+ + He$ с ионизацией иона мишени при энергии протона 630 кэВ, и проведено сравнение с экспериментальными результатами, дающими максимально достижимое дифференциальное сечение процесса, что позволяет наиболее детально проверить теорию. Выполненные оценки позволили впервые идентифицировать вклад механизма встряски и механизма последовательного выбивания электронов в данной реакции.

- *Schoffler M. S. et al.* // Phys. Rev. A. 2013. V. 87. P. 032715.

Исследована возможность регистрации распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, рождающихся в AuAu-соударениях при энергии пучка 25 ГэВ/нуклон на установке CBM (GSI, Германия). Для выделения сигнальных событий в условиях доминирующего фона разработаны специальные критерии отбора и подобрана оптимальная толщина мишени. Предложена эффективная методика определения критических границ для указанных критериев отбора. Показано, что используемые критерии позволяют надежно и с высокой скоростью осуществить набор приемлемой статистики распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$.

- *Дереновская О. Ю., Васильев Ю. О.* // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 5(182). С. 694–705.

В приближении эффективной массы для электронных (или дырочных) состояний сфероидальных квантовых точек при наличии внешних полей построены схемы теории возмущений в рамках метода Канторовича и адиабатического метода. Собственные значения и функции, полученные как в аналитическом, так и в численном виде, применяются для анализа спектральных и оптических характеристик сфероидальных квантовых точек в однородном электрическом поле.

- *Гусев А. А. и др.* // ЯФ. 2013. Т. 76, № 8. С. 1090–1112.

Проведено исследование эволюции перепутанности спинов двух тяжелых составляющих связанного состояния, движущегося в сильном лазерном поле в рамках квазиклассического приближения. На основании полученного решения была рассчитана эволюция конкаренсы (conspirence) спинов, находящихся изначально в некоррелированном либо в максимально перепутанном состоянии Вернера.

- *Gerdt V. P. et al.* // Topical Issue of Physica Scripta. 2013. V. 153. P. 014026-5.

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В 2013 г. в Учебно-научном центре проходили обучение 509 студентов базовых кафедр МГУ, МФТИ, МИРЭА, университета «Дубна» и университетов стран-участниц ОИЯИ. В аспирантуре ОИЯИ обучались 50 человек из Армении, Белоруссии, Германии, Молдавии, РФ, Украины.

В ежегодной студенческой практике 2013 г., проходившей в три этапа, приняли участие 128 человек из Египта, Чехии, Польши, Румынии, Словакии, Болгарии, Украины, США, ЮАР и Белоруссии.

Очередная школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ, проходившая в июне в Дубне с участием 24 преподавателей и 9 учеников из РФ, Белоруссии и Болгарии, включала научно-популярные лекции ведущих специалистов ОИЯИ, посещения экспериментальных установок и лабораторий ОИЯИ, видеоконференции с ЦЕРН. В ноябре такая школа прошла в ЦЕРН, в ней приняли участие 30 учителей физики из городов России и Белоруссии.

В рамках Боголюбовской программы ОИЯИ и Украины по теоретической физике совместно с МФТИ, НИУ ВШЭ, ИППИ РАН и ИТФ НАН Украины была организована школа-семинар «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля» для студентов и аспирантов ОИЯИ, МФТИ, НИУ ВШЭ и Национального университета им. Т. Г. Шевченко (Киев, Украина).

УНЦ ОИЯИ принимал участие в организации межшкольного факультатива для старшеклассников «Физика и химия в современных нанотехнологиях»; видеоконференций со школами ряда российских городов; ознакомительных лекций и экскурсий в лаборатории ОИЯИ для школьников и студентов ведущих вузов России.

ПРЕМИИ, НАУЧНЫЕ ЗВАНИЯ

Президиум Российской академии наук присудил премию имени В. Г. Хлопина 2013 г. доктору физико-математических наук Сергею Николаевичу Дмитриеву (Объединенный институт ядерных исследований) за цикл работ «Идентификация и изучение химических и ядерно-физических свойств новых сверхтяжелых элементов Периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева».

Ученый совет Института ядерных исследований РАН присудил премию имени академика М. А. Маркова 2013 г. Юрию

Григорьевичу Куденко — профессору, доктору физико-математических наук, заведующему Отделом физики высоких энергий ИЯИ РАН, и Александру Григорьевичу Ольшевскому — доктору физико-математических наук, директору Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ — за вклад в исследование нейтринных осцилляций в экспериментах с нейтрино от ускорителей и реакторов и измерение угла смешивания θ_{13} .

ОБЩИЕ ДАННЫЕ О КОЛИЧЕСТВЕ ПУБЛИКАЦИЙ СОТРУДНИКОВ ОИЯИ (с 15.11.2012 по 13.12.2013)

- Книги — 13:

Джолос Р. В. Модели атомного ядра: учебно-методическое пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2012. — 107, [2] с. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ; 2012-53). — Библиогр. в конце книги.

Еганова И. А., Каллис В., Самойлов В. Н., Струминский В. И. Геофизический мониторинг Дубна–Научный–Новосибирск: фазовые траектории массы / Ред.: Ю. Г. Косарев. — Новосибирск: Гео, 2012. — 188 с.: ил. — Библиогр.: С. 179–187. В надзаг.: Объединенный ин-т ядерных исследований, Научный центр прикладных исследований.

Иссинский И. Б. Введение в физику ускорителей заряженных частиц: курс лекций: учебное пособие / Ред.: А. Б. Кузнецов; Предисл.: И. Н. Мешков. — Дубна: ОИЯИ, 2012. — 93 с.: ил. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ; 2012-52).

Корогодин В. И. Феномен жизни: избранные труды: в 2 т. / Объединенный институт ядерных исследований и Медицинский радиологический научный центр РАМН; Сост. и коммент.: В. Л. Корогодина. — М.: Наука, 2012. — Т. 2. — 395, [5] с.: ил. — Библиогр. научных трудов В. И. Корогодина: С. 351–367, библиогр. публикаций о В. И. Корогодине: С. 368.

Легар Ф., Строковский Е. А. Феноменология и анализ данных по рассеянию нуклонов. — М.: Университетская книга, 2010. — 210 с. — Библиогр. в конце прил.

Орелович Л. Н. Высоцкий в Дубне. — М.: Унисерв, 2012. — 384 с.: ил.

Первушин В. Н., Павлов А. Е. Принципы квантовой Вселенной. — Saarbrücken: Lambert Academic Publ., 2013. — 411 с.: ил. — Библиогр. в конце глав.

Didyk A. Yu., Wisniewski R. Properties of Hydrogen and Its Isotopes under High Pressure, and Technological Applications. — Dubna: JINR, 2013. — 320 p.: ill. — (JINR; 2013-51). — Bibliogr.: end of chap. and addition. Dedicated to the 60th anniversary of the scientific activity of Prof. R. Wisniewski and a decade of the authors' joint work on the study of the behavior of hydrogen and its isotopes in materials.

Korogodina V. L., Florko B. V., Osipova L. P. Radiation-Induced Processes of Adaptation: Research by Statistical Modelling. — Dordrecht: Springer, 2013. — XVII, 183 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters.

Nucleation Theory and Applications: Special Issues: Review Series on Selected Topics of Atmospheric Sol Formation. V. 1: Selected Aspects of Atmospheric Ice and Salt Crystallisation / O. Hellmuth, V. I. Khvorostyanov, J. A. Curry, A. K. Shchekin, J. W. P. Schmelzer, R. Feistel, Y. S. Djikaev, V. G. Baidakov; Eds.: J. W. P. Schmelzer and O. Hellmuth. — Dubna: JINR, 2013. — 513 p.: ill. — (JINR; E7,17-2013-8). — Bibliogr.: P. 485–513.

Ioannisian A., Chizhov M., Filippova M., Gongadze A., Grigoryan S., Gudkov D., Olyunin A., Samochkine A., Samoylov V., Sapronov A., Soldatov V., Solodko A., Solodko E., Tyarkin I., Uzhinsky V., Vorozhtsov A. [et al.] A Multi-TeV Linear Collider Based on CLIC Technology: CLIC Conceptual Design Report. — Geneva: CERN: SLAC: KEK: PSI, 2012. — XXIV, 814 p.: ill. — (CERN; 2012-007) (SLAC-R; 985) (KEK Report; 2012-1) (PSI; 12-01). — Bibliogr.: end of chapters.

Plakida N. High-Temperature Cuprate Superconductors: Experiment, Theory, and Applications. — Berlin [etc.]: Springer-Verlag, 2010. — X, 570 p.: ill. — (Springer Series in Solid-State Sciences; 166). — Bibliogr.: P. 513–564.

Zvara I. The Inorganic Radiochemistry of Heavy Elements: Methods for Studying Gaseous Compounds. — New York: Springer Science + Business Media, Inc., 2008. — XXVIII, 224 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters.

- Журнальные статьи — 930
- Публикации в трудах конференций — 524
- Препринты — 109
- Авторефераты диссертаций — 17
- Всего: 1593

THEORETICAL PHYSICS

For the first time, systematic calculation of the full set of 3-loop Standard Model beta functions was performed. The result allows one to bind the SM physics at the TeV scale with the Planck scales. The current experimental accuracy of the input parameters is sufficient to demonstrate that the SM is a self-consistent model, at least up to the energy of order 10^{10} GeV.

- *Bednyakov A., Pikelner A., Velizhanin V.* // JHEP. 2013. V. 1301. P. 017; Phys. Lett. B. 2013. V. 722. P. 336–340; Nucl. Phys. B. 2013. V. 875. P. 552–565; arXiv:1309.1643 [hep-ph].

The spinor helicity and on-shell superspace formalism were applied for calculation of the scattering amplitudes on mass shell in the supersymmetric Yang–Mills theory. The all-loop asymptotical limit at high energy is obtained which exhibits the Regge type behaviour. The exact expression for the intercept was obtained in the planar case.

- *Bork L.V., Kazakov D.I., Vlasenko D.E.* // JHEP. 2013. V. 1311. P. 065.

The reaction $pep \rightarrow d + \nu_e$, essential in detecting monoenergetic neutrinos of $E_\nu = 1.442$ MeV, was studied. The rate of the pep reaction and the astrophysical S_{pep} factor were calculated taking into account the Coulomb and strong interactions under conditions of the solar core. For the first time the initial state was treated as a purely three-body state. The value of the calculated neutrino flux in the 3-body treatment appeared to be 40% larger as compared to the theoretical estimates based on the two-body treatment of the initial state, and lies within the confidence interval of the Borexino collaboration data.

- *Belyaev V.B. et al.* // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 035804.

For the first time a collective model which can be applied to describe chiral vibrations and rotations of nuclei, as well as a transition between these limits, was proposed and verified. To describe the energy splitting between the chiral doublet bands, it is necessary to go beyond the mean field approximation.

- *Jolos R. V. et al.* // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 024314.

It was shown that within the Lattice QCD the large-scale topological gluon configurations play a major role in the change of thermal gauge field ensembles at the deconfinement phase transition in gluodynamics, as well as at the crossover phenomenon in full QCD. It was demonstrated that the topological susceptibility can be used as an indicator for deconfinement phase transition.

- *Bornyakov V.G. et al.* // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 114508.

The first estimate of the quark–pion cross sections, characterizing the interaction between quarks and hadrons in a mixed multiphase treatment, is given within the two-flavor Polyakov-loop-extended Nambu–Jona-Lasinio model. This result opens a profound way to verify the possible formation of a mixed quark–hadron phase in heavy-ion collisions.

- *Friesen A. V., Kalinovsky Yu. V., Toneev V. D.* arXiv:1304.7150[hep-ph]; Nucl. Phys. A (in press).

The investigations of helical flows in heavy-ion collisions are performed in the framework of quark–gluon string model. A novel effect of hydrodynamical helicity separation was discovered, resulting in sign change of average projection of vorticity to velocity direction at different sides of the scattering plane. The emerging hyperon polarization was estimated.

- *Baznat M. et al.* // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 061901.

EXPERIMENTAL PHYSICS

Particle Physics

The JINR group continued the analysis of the data obtained from the NA48/2 experiment (SPS, CERN). With the determining contribution of the JINR scientists, the first experimental observation was obtained of a new decay channel $K^\pm \rightarrow \pi^0 \pi^\pm e^+ e^-$; the data analysis is in progress. The $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ rare decay width was measured and its dynamic properties were studied based on the record statistics — 149 decay candidates with a background of (155 ± 0.7) events.

High-precision measurements of parameters of these decays will allow us to test the Standard Model (SM) and search for new physics beyond it, as well as to contribute significantly to the Perturbative Chiral Model development.

- *Madigozhin D. (NA48/2 and NA62 Collab.)*. Probing Non Perturbative QCD with K_{e4} and $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ Decays from the NA48/2 and NA62 Experiments // XXI Intern. Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Marseille, France, April 22–26, 2013.
http://pos.sissa.it/archive/conferences/191/132/DIS_2013_132.pdf.
- *Madigozhin D. (NA48/2 Collab.)*. High Precision Measurement of the Form Factors of the Semileptonic Decays $K^\pm \rightarrow \pi^0 l^\pm \nu$ (K_{l3}) // XXI Intern. Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Marseille, France, April 22–26, 2013.
http://pos.sissa.it/archive/conferences/191/135/DIS_2013_135.pdf.
- *Batley J.R. et al. (NA48/1 Collab.)*. A New Measurement of the $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$ Decay at the NA48/2 Experiment. CERN-PH-EP-2013-197.

The major efforts of the JINR group participating in the CMS experiment were focused on studying various processes involving muon pair production in order to test the Standard Model (SM) predictions and search for new physics beyond it. The dimuon mass spectrum was studied; the forward–backward asymmetry of muon pairs was defined as well as differential cross-section of its production in the Drell–Yan process in the range of invariant masses from 15 to 1500 GeV. The measured values are in good agreement with NNLO theoretical predictions of the SM.

Combined analysis of the data on production of dimuons and dielectrons allowed the scientists to exclude with 95% confidence level the existence of new neutral gauge bosons from the extended gauge sector with Standard-Model-like couplings $M_{Z_{SSM}} < 2950$ GeV and for the superstring-inspired Z_ψ below 2600 GeV. The RS1-graviton mass limits were about 2390 and 2030 GeV for the couplings $c = 0.10$ and 0.05 , respectively.

The analysis of QCD multijet events was carried out aimed at search for microscopic semi-classical and quantum black holes predicted at TeV-scale. The obtained values of the minimal mass of a black hole were 4.7–6.3 TeV depending on the formation and evolution mechanisms for the values of fundamental multidimensional Planck mass $M_D \leq 5$ TeV.

The Higgs boson properties were further investigated. The analysis of data on the channel of a decay into two neutral gauge bosons and a further decay into four leptons allowed for more

precise measuring of the Higgs mass, which made up $m_H = (125.8 \pm 0.5 \text{ (stat.)} \pm 0.2 \text{ (syst.)}) \text{ GeV}$; for a combined analysis of channels of decay into a photon pair and four leptons $m_H = (125.7 \pm 0.3 \text{ (stat.)} \pm 0.3 \text{ (syst.)}) \text{ GeV}$. The analysis of angular distributions of Higgs decay products allowed excluding almost all the states with spin and parity inconsistent with the SM Higgs boson.

- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Measurement of the Differential and Double-Differential Drell–Yan Cross Sections in Proton–Proton Collisions at 7 TeV // JHEP (submitted); arXiv:1310.7291.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Forward–Backward Asymmetry of Drell–Yan Lepton Pairs in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ // Phys. Lett. B. 2013. V. 718. P. 752.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Search for Microscopic Black Holes in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ // JHEP. 2013. V. 07. P. 178.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Observation of a New Boson with Mass near 125 GeV in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV // JHEP. 2013. V. 06. P. 081.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Properties of the Higgs-Like Boson in the Decay $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ in pp -Collisions at 7 and 8 TeV. CMS-PAS-HIG-13-002. Geneva: CERN, 2013.
- *CMS Collab. (Chatrchayn S. et al.)*. Combination of Standard Model Higgs Boson Searches and Measurements of the Properties of the New Boson with a Mass near 125 GeV. CMS-PAS-HIG-13-005. Geneva: CERN, 2013.

With the strong involvement of the JINR group in the COMPASS experiment (SPS, CERN), the results on gluon polarization $\Delta g/g$ in nucleons were obtained from the measurements of spin asymmetry of deep inelastic scattering (DIS) events with production of charmed particles in the final state.

An average gluon polarization at leading order of QCD accuracy (LO) amounted to $\langle \Delta g/g \rangle_{\text{LO}} = -0.06 \pm 0.21 \text{ (stat.)} \pm 0.08 \text{ (syst.)}$ at the scale of $\langle \mu^2 \rangle \sim 13 \text{ GeV}^2$ and an average gluon momentum fraction to $\langle x \rangle \sim 0.11$. For the first time, the gluon polarization at next-to-leading order of QCD accuracy (NLO) $\langle \Delta g/g \rangle_{\text{NLO}} = -0.13 \pm 0.15 \text{ (stat.)} \pm 0.15 \text{ (syst.)}$ at the scale $\langle \mu^2 \rangle \sim 13 \text{ GeV}^2$ and $\langle x \rangle \sim 0.20$ was obtained.

An analysis of experimental data was carried out on the production of Λ , $\Sigma(1385)$ and $\Xi(1321)$ hyperons in muon DIS off a ${}^6\text{LiD}$ target. The relative yields of $\Xi(1385)^+$, $\Sigma(1385)^-$,

anti- $\Sigma(1385)^-$, anti- $\Sigma(1385)^+$, $\Xi(1321)^-$, and anti- $\Xi(1321)^+$ hyperons decaying into $\Lambda(\text{anti-}\Lambda)\pi$ were measured. The heavy hyperon to antihyperon yield ratios were found to be in the range 3.8% to 5.6% with a relative uncertainty of about 10%. The obtained results were used to adjust the parameters of the LEPTO Monte Carlo generator.

- *COMPASS Collab.* // PRD. 2013. V. 87. P. 052018.
- *COMPASS Collab.* // EPJC. 2013. V. 73. P. 2581.
- *COMPASS Collab.* // EPJC. 2013. V. 73. P. 2531.

Using top-antitop pairs at the Tevatron proton-antiproton collider, the CDF and D0 (FNAL, USA) Collaborations, with the JINR group contribution, measured the top quark's mass in different final states for integrated luminosities of up to 8.7 fb^{-1} . Taking correlated uncertainties properly into account, the resulting Tevatron average mass of the top quark is $M_{\text{top}} = (173.20 \pm \pm 0.51 \text{ (stat.)} \pm 0.71 \text{ (syst.)}) \text{ GeV}/c^2$ which corresponds to a total uncertainty of $0.87 \text{ GeV}/c^2$, which has a precision of 0.50%, making this the most precise determination of the top-quark mass.

- *CDF, D0 Collab.* Combination of CDF and D0 Results on the Mass of the Top Quark Using up to 8.7 fb^{-1} at the Tevatron. 2013. <http://arxiv.org/abs/1305.3929>.

In March 2013 the BES-III collaboration (IHEP CAS, China) reported an observation of a “charged charmonium-like structure” $Z_c^+(3900)$ in the reaction $e^+e^- \rightarrow \pi^- Z_c^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ at the collision energy $\sqrt{s} = 4.26 \text{ GeV}$. At the BES-III physics workshop which took place in Beijing in September 2013, the new results were presented: a narrow resonance $Z_c^+(4020)$ in the system $(\pi^+ h_c)$ from the reaction $e^+e^- \rightarrow \pi^- X^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- h_c$ and a resonance $Z_c^+(4025)$ near the $D^* D^*$ threshold in the reaction $e^+e^- \rightarrow \rightarrow \pi^- X^+ \rightarrow \pi^+ D^* D^*$ were observed. It is not clear however whether or not the observed resonances represent the same particle. One can argue that the proximity of the mass to the $D^* D^*$ pair threshold speaks in favor of the “mesonic molecule” model.

- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmonium-Like Structure in $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$ at $\sqrt{s} = 4.26 \text{ GeV}$ // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 25200.
- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmonium-Like Structure $Z_c(4020)$ and Search for the $Z_c(3900)$ in $e^+e^- \rightarrow \rightarrow \pi^+ \pi^- h_c$. arXiv:1309.1896.
- *Ablikim M. et al.* Observation of a Charged Charmonium-Like Structure in $e^+e^- \rightarrow (D^* D^*)^\pm \pi^\pm$ at $\sqrt{s} = 4.26 \text{ GeV}$. arXiv:1308.276.

The DSS experiment, which is carried out at the inner target of the Nuclotron (JINR), obtained experimental data on angular dependence of the cross-section of elastic deuteron–proton scattering at deuteron energies of 1300, 1500 and 2000 MeV. Preliminary results were presented at the international conferences HS2013 and EFB22.

The experimental data were obtained on deuteron fragmentation reaction with detection of two protons for various kinematic configurations at the initial deuteron energies of 300, 400 and 500 MeV. Preliminary results were presented at the international conferences HS2013 and EFB22.

The data on tensor analyzing powers A_y , A_{yy} , A_{xx} and A_{xz} for the $dd \rightarrow tp$ reaction were obtained at a deuteron energy of 200 MeV and published in a peer-reviewed journal.

- *Kurilkin A.K. et al.* Angular Distributions of the Vector A_y and tensor A_{yy} , A_{xx} , A_{xz} Analyzing Powers in the $dd \rightarrow \rightarrow {}^3\text{H}p$ reaction at 200 MeV // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 051001(R).
- *Piyadin S.M. et al.* Experiment on the Study of the $dp \rightarrow ppn$ Reaction at 300–500 MeV of the Deuteron Energy at ITS at Nuclotron // Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.). 2013. V. 245. P. 177–180.
- *Ladygin V.P. et al.* Few-Body Studies at Nuclotron-JINR // Proc. of the 22nd Eur. Conf. on Few-Body Problems in Physics, Sept. 9–13, 2013, Krakow, Poland; Few Body Systems (in press).

Relativistic Nuclear Physics

The JINR group involved in the ion part of the NA61/SHINE experiment is carrying out a systematic study of nucleus–nucleus reactions occurring in Pb–Pb collisions by investigating reactions with medium-sized nuclei (Xe and Ar), as well as with light nuclei (Be). From December 2012 to March 2013 the experiment took data from Be + Be collisions, having finished the energy scanning started in 2011.

The data analysis was carried out and the first preliminary results were obtained on the ${}^7\text{Be} + {}^9\text{Be}$ collision, as well as on the $p + p$ reaction. Preliminary data on $p + p$ and $p + C$ (Long Target) reactions at 31 GeV/c required for the neutrino experiment T2K were acquired. The analysis of data on the cosmic ray programme is in progress.

- *Abgral N. et al.* Pion Emission from the T2K Replica Target: Method, Results and Application // Nucl. Instr. Meth. A. 2013. V. 701. P. 99–114.

The JINR group participating in the STAR experiment at RHIC was actively involved in the energy scanning programme on studying hadron production in AuAu collisions at the energies $\sqrt{s}_{NN} = 7.7, 11.5, 19.6, 27, 39$ GeV. It was found that R_{CP} ratio, elliptic flow for mesons, baryons and their anti-particles, ratio of particle yields in AuAu collisions depend on the transverse momentum and energy of the collision \sqrt{s}_{NN} .

- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 142301.
- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 34906.
- *Adamczyk et al. (STAR Collab.)* // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 14904.

The JINR group taking part in the ALICE (LHC, CERN) experiment took data with minimum bias trigger ($6 \cdot 10^7$ events) of p -Pb collisions at 5.02 TeV. The first results of the femtoscopic correlation analysis for charged kaon pair production in p -Pb collisions at 5.02 TeV per nucleon pair were obtained. The special experimental analysis of charged kaon purity selection in Pb-Pb at 2.76 TeV was performed and new results for femtoscopic R_{inv} were obtained. New results for $\varphi \rightarrow K^+K^-$ production were obtained.

- *Abelev B. et al.* Charged Kaon Femtoscopic Correlations in pp -Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 052016.
- *Abelev B. et al.* Two- and Three-Pion Quantum Statistics Correlations in Pb-Pb Collisions at 2.76 TeV at the LHC. arXiv:1310.7808. 2013.

In the framework of the FASA-3 experiment, the total time scale of the multifragmentation process was measured: it happens in 120 fm/s after the collision of a deuteron beam with the Au target. Thus, for the first time the time of hot nucleus expansion was measured.

- *Karnaukhov V.A.* Properties of Hot Nuclei Produced in Collisions of Light Relativistic Ions with Heavy Targets // Phys. At. Nucl. 2014. V. 77, No. 1. P. 120–129.

The BECQUEREL group processed the data taken during the Nuclotron runs. The charge topology of the fragmentation of ^{10}C

nuclei was studied in a track nuclear emulsion at an energy of 1.2A GeV.

The dissociation of ^{12}N relativistic nuclei was studied at an energy of 2A GeV/c at the most peripheral interactions in a track nuclear emulsion. The picture of the charge topology of product ensembles of relativistic fragments and special features of their angular distributions were presented. The cluster structure of ^{12}N nuclei appeared to be a complex mixture of states of ^7Be base nucleus and various configurations of protons and light nuclei.

- *Zarubin P. I.* “Tomography” of the Cluster Structure of Light Nuclei via Relativistic Dissociation // Lecture Notes in Physics. 2013. V.875. Clusters in Nuclei. V.3. Springer International Publishing. P.51–93.
- *Mamatkulov K.Z. et al.* Dissociation of ^{10}C Nuclei at Energy of 1.2A GeV in a Track Nuclear Photoemulsion // Phys. At. Nucl. 2013. V.76, No.10. P.1286–1291.
- *Kattabekov R.R. et al.* Coherent Dissociation of Relativistic ^{12}N Nuclei // Phys. At. Nucl. 2013. V.76, No.10. P.1281–1285.

Heavy Ion Physics

In 2013 the analysis of the results of experimental study on the properties of radioactive isotopes of elements 115 and 117 was completed; their α -decay products synthesized in the $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ and $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ complete fusion reactions were studied. The experiments were carried out using the JINR FLNR gas-filled recoil separator in collaboration with the laboratories at Oak Ridge (ORNL), Livermore (LLNL), Knoxville (UT), Nashville (VU), and Dimitrovgrad (RIAR). Three $^{294}117$ and eleven $^{293}117$ nuclei were registered in the $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ reactions. The radioactive properties of all the nuclei in the decay chains of the $^{294}117$ and $^{293}117$ isotopes are the same as those found in the first experiment on synthesis of element 117 in 2009–2010. We observed the $^{289}115$ isotope in the cross reactions $^{243}\text{Am}(^{48}\text{Ca}, 2n)^{289}115$ and $^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca}, 4n)^{293}117 \rightarrow ^{289}115$. When formed as a result of a direct nuclear reaction and following the α decay of the mother nucleus $^{293}117$, the decay properties of the nucleus and its α -decay products are identical in both reactions, which corroborates the discovery of elements 115 and 117.

- *Oganessian Yu.Ts., Abdullin F. Sh., Dmitriev S.N., Gostic J.M., Hamilton J.H., Henderson R.A., Itkis M.G., Moody K.J., Polyakov A.N., Ramayya A.V., Roberto J.B.,*

Rykaczewski K.P., Sagaidak R.N., Shaughnessy D.A., Shirokovsky I.V., Stoyer M.A., Stoyer N.J., Subbotin V.G., Sukhov A.M., Tsyganov Yu.S., Utyonkov V.K., Voinov A.A., Vostokin G.K. Investigation of the $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Products Previously Observed in the Experiments on Elements 113, 115, and 117 // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P.014302.

- *Oganessian Yu. Ts., Abdullin F. Sh., Alexander C., Binder J., Boll R.A., Dmitriev S.N., Ezold J., Felker K., Gostic J.M., Grzywacz R.K., Hamilton J.H., Henderson R.A., Itkis M.G., Miernik K., Miller D., Moody K.J., Polyakov A.N., Ramayya A.V., Roberto J.B., Ryabinin M.A., Rykaczewski K.P., Sagaidak R.N., Shaughnessy D.A., Shirokovsky I.V., Shumeiko M.V., Stoyer M.A., Stoyer N.J., Subbotin V.G., Sukhov A.M., Tsyganov Yu.S., Utyonkov V.K., Voinov A.A., Vostokin G.K.* Studies of the $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Including Decay Properties and Excitation Function for Isotopes of Element 117 and Discovery of the New Isotope ^{277}Mt // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P.054621.

Low- and Intermediate-Energy Nuclear Physics

MEG-PEN collaboration (PSI, Switzerland) presented the analysis of a data sample of $3.6 \cdot 10^{14}$ muons stopped on target and collected by the MEG experiment at the Paul Scherrer Institute (2009–2011) which aims at the detection of the lepton flavor violating muon decay $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$. No excess with respect to background expectations was observed: a new upper limit on the branching ratio of this decay is set at $5.7 \cdot 10^{-13}$ (90% confidence level). This representation is four times more stringent than the previous world best limit set by MEG.

- *Adam J., Bai X., Baldini A.M. et al.* New Constraint on the Existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ Decay // *PRL.* 2013. V. 110. P. 201801.

Experiments were carried out at the accelerator COSY (FZJ, Germany) in the field of intermediate-energy hadron physics using polarized beams and polarized jet targets. Studies of spin observables were carried out in the double polarized approach, i.e., with the use of a polarized deuteron beam, i.e., a polarized hydrogen target. For the first time in quasi-free kinematics the spin correlation coefficients $A_{x,x}$ and $A_{y,y}$ have been measured in

reaction $\vec{n}p \rightarrow d\pi^0$ for neutron energies close to 353 and 600 MeV. The results are in good agreement with SAID predictions for the isotope-related reaction $pp \rightarrow d\pi$; no sign for any breaking of isotope invariance has been found.

- *Shmakova V. et al.* First Measurements of Spin Correlations in the $\vec{n}p \rightarrow d\pi^0$ Reaction // *Phys. Lett. B.* 2013. V.726. P.634.

Neutron Nuclear Physics

Analysis of new experiments with ultracold neutrons show that physical adsorption of nanoparticles/nano-droplets, levitating in high-excited states in a deep and broad potential well formed by the van der Waals/Casimir–Polder (VdW/CP) forces, results in new effects at the intersection of fundamental-interaction, neutron, surface and nanoparticle physics. Accounting for the interaction of UCNs with nanoparticles explains the recently discovered intriguing small heating of UCNs in traps.

- *Nesvizhevsky V. V., Voronin A. Yu., Lambrecht A., Reynaud S., Lychagin E. V., Muzychka A. Yu., Strelkov A. V.* Quantum Levitation of Nanoparticles Seen with Ultracold Neutrons // *Crystallography Reports.* 2013. V.58, No.5. P.743–748.

The results of measurements of very cold and cold neutrons diffuse reflection from nano-structured reflectors were analyzed. It was shown that nano-structured reflectors fill a gap in the energy region between efficient reflectors based on neutron-optical potential and reflectors based on Bragg scattering and scattering by individual nuclei.

- *Lychagin E. V., Muzychka A. Yu., Nesvizhevsky V. V.* Nano-Structured Reflectors for Slow Neutrons // *New Developments in Low-Energy Physics Research / Eds.: Tao Zoeng and Meng Ngai.* NOVA Publishers, 2013.

The features of the accelerating matter effect (AME) were analyzed in the case of a birefringent medium. The AME is the change of neutron energy when it passes through an accelerating sample of refractive material. In the case of a birefringent medium, there are new phenomena of AME. In neutron optics, AME leads to an unsteady state with neutron spin precession. When two-component neutrino passes through a layer of accelerating matter, the AME influences the evolution of the neutrino state.

- *Frank A.I., Naumov V.A.* Interaction of Waves with a Birefringent Medium That Moves with an Accelerating Speed // Phys. At. Nucl. 2013. V. 76. P. 1507.

The first variant of perspective practical model for cascade gamma decay of a neutron resonance is developed. The model assumes that the coexistence and interaction of fermion and boson components may define properties of a nuclear matter at excitation energy around neutron binding energy. The model allowed one to describe intensity of such cascades with an experimental accuracy for an available set of 40 compound nuclei in the mass region from ^{40}K to ^{200}Hg .

- *Sukhovoij A.M., Khitrov V.A.* Fundamentals of a Modified Model of the Distribution of Neutron-Resonance Widths and Results of Its Application in the Mass-Number Range of $35 \leq A \leq 249$ // Phys. At. Nucl. 2013. V. 76, No. 1. P. 68–79.

In the framework of the biotechnology research using the neutron activation analysis method (NAA) at the IBR-2 reactor the elemental composition of microbial samples was determined, and the efficiency of accumulation of zinc and other metals by spirulina biomass was estimated. These results demonstrate the effectiveness of using microalgae *Spirulina platensis* for extracting zinc from waste water.

- *Zinicovscaia I., Duca Gh., Rudic V., Cepoi L., Chiriac T., Frontasyeva M. V., Pavlov S.S., Gundorina S.F.* *Spirulina Platensis* as Biosorbent of Zinc in Water // Environ. Eng. Manag. J. 2013. V. 12, No. 6. P. 1079–1084.

Work on active biomonitoring with moss transplants allowed a study of air pollutions in the center of Belgrade, Serbia, as well as on one of the most ecologically unfavorable territories of Greece — Great Thracian Lowland, Attica. The efficiency of the moss biomonitoring for study of atmospheric depositions of radionuclides was demonstrated in joint studies with Slovakia, Belarus, South Africa, Serbia and Thailand.

- *Saitanis C.J., Frontasyeva M. V., Steinnes E., Palmer M.W., Ostrovnaya T.M., Gundorina S.F.* Spatiotemporal Distribution of Airborne Elements Monitored with the Moss Bags Technique in the Greater Thriasion Plain, Attica, Greece // Environ. Monitor. Assessment. 2013. V. 185, No. 1. P. 955–968.

Condensed Matter Physics

The crystal structure and magnetic properties of improper multiferroic $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ with a 2D magnetic triangular lattice were studied using neutron diffraction, X-ray diffraction and magnetic susceptibility in a wide range of pressures and temperatures. Under the pressure structural phase transition from the trigonal to monoclinic phase was observed. In the trigonal phase, an increase in the Neel temperature with the pressure coefficient of 0.09 GPa^{-1} was established. In the monoclinic phase, high pressure of magnetic ordering was not observed up to $T = 1.5 \text{ K}$.

- *Kozlenko D.P., Kichanov S.E., Lukin E.V., Dang N.T., Dubrovinsky L.S., Bykova E.A., Kamenev K.V., Liermann H.-P., Morgenroth W., Shapiro A.Ya., Savenko B.N.* Effect of High Pressure on the Crystal Structure, Magnetic, and Vibrational Properties of Multiferroic $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ // *Phys. Rev. B*. 2013. V. 87. P. 014112-1-6.

In-situ neutron analysis of charge–discharge processes in commercial lithium batteries with LiFePO_4 (LFP) and graphite electrodes was conducted. The stages of the process of Li insertion into graphite with successive formation of several LiC_n phases and reversible transition $\text{LiFePO}_4 \leftrightarrow \text{FePO}_4$ were analyzed in detail. The analysis of the changes in the cathode material microstructure when doped with vanadium (LFPV) showed a considerable increase in the density of defects of the structure, which correlates with better electrochemical LFPV properties if compared to LFP.

- *Bobrikov I.A., Balagurov A.M., Chih-Wei Hu, Chih-Hao Lee, Sangaa Deleg, Balagurov D.A.* Structural Evolution in LiFePO_4 -Based Battery Materials: *In-Situ* and *Ex-Situ* Time-of-Flight Neutron Diffraction Study // *J. Power Sources* (submitted); www.elsevier.com/locate/jpowsour.

A study of liquid dispersions of detonation nanodiamonds by small-angle neutron scattering with contrast variation was conducted. In order to describe the structural arrangement of the system, continuous spatial transition of carbon states from the crystalline diamond within the particles to the graphite-like state on the surface was proposed. This type of transition allows combining the experimentally observed shift in the average density of particle scattering length from the density of crystalline diamond.

- *Avdeev M.V., Aksenov V.L., Tomchuk O.V., Bulavin L.A., Garamus V.M., Osawa E.* The Spatial Diamond–Graphite

Transition in Detonation Nanodiamond as Revealed by Small-Angle Neutron Scattering // J. Phys.: Condens. Matter. 2013. V. 25. P. 445001 (7 pp.).

RADIATION AND RADIOBIOLOGICAL RESEARCH

With the method of fluorescent microscopy involving immunocytochemical staining of the γ H2AX and 53BP1 proteins in human fibroblast nuclei, a comparative analysis was performed of the specifics of DNA double-strand break (DSB) formation, and the kinetics was studied of the repair of this type of damage induced by ^{60}Co γ -rays and accelerated ^{20}Ne ions with a LET of 130 keV/ μm . The use of different repair inhibitors allowed evaluating the contribution of non-homologous DNA end joining to total γ -ray-induced DNA DSB repair in human lymphocytes.

- *Falk M., Lukasova E., Falkova I., Davidkova M., Bacikova A., Stefancikova L., Jezkova L., Vachelova J., Michaelidesova A., Boreyko A., Krasavin E., Kozubek S.* “Primary” and “Secondary” Clustering of DSB Repair Foci and Repair Kinetics Compared for γ -Rays, Protons of Different Energies, and High-LET ^{20}Ne Ions // J. Radiat. Res. 2013 (in press).

Models were developed of three main mechanisms of DNA DSB repair: non-homologous end joining, homologous recombination, and single-strand anneal through direct repeats. The proposed model approach was applied to the description of the repair of DNA DSBs induced by ionizing radiation in a wide LET range of 0.2–440 keV/ μm .

- *Lyashko M.S., Belov O.V., Avvakumova I.L.* Dynamic Model of DNA Double-Strand Break Repair by Non-Homologous End Joining // Book of Abstracts of the IUPAB Intern. Workshop “Computational and Theoretical Modeling of Biomolecular Interactions”, Dubna, June 3–8, 2013. P. 48–49.

Calculations were done to evaluate energy deposition in isolated neurons of the rodent brain under exposure to high-energy heavy charged particles. Estimation was made of the dose and energy distributions in solid models of pyramidal neurons in the CA1 region of the rat hippocampus under irradiation with 0.3 and 1.0 GeV/nucleon ^{56}Fe ions.

- *Batmunkh M., Bayarchimeg L., Lkhagva O., Belov O.* Cluster Analysis of HZE Particle Tracks as Applied to Space Radiobiology Problems // Phys. Part. Nucl. Lett. 2013. V. 10, No. 7. P. 854–859.

The influence of the heterogeneities in the synaptic links of neural networks that emerge due to radiation or chemical exposures on pulse propagation was examined. An interaction between a pulse and a heterogeneity can result in the delay, reflection, compression, and pulse splitting — down to its destruction.

- *Bugay A.N.* Dissipative Solitons in Locally Damaged Neural Networks // Proc. of XIV All-Russian Seminar School “Waves-2013”. Moscow State University, 2013. P. 15–16 (in Russian).

With the use of molecular dynamics methods, the structural and functional properties of the DNA photolyase enzyme were studied. DNA photolyase is a light-activated enzyme that repairs a UV-induced cyclobutane-pyrimidine dimer in damaged DNA. The obtained results facilitate solving the problem of the mechanisms of DNA repair by this enzyme.

- *Dushanov E., Kholmurodov Kh., Yasuoka K., Krasavin E.A.* Molecular Dynamics Research on the Conformational Behavior of the DNA Photolyase Enzyme // Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10, No. 6. P. 974–985 (in Russian).

It was found that the mouse retina is able to spontaneously recover its functional activity, and the retina receptors are able to produce adaptive response *in vivo* after genotoxic and radiation exposures.

- *Vinogradova Yu.V., Tronov V.A., Lyakhova K.N., Ostrovsky M.A.* Damage and Functional Repair of the Mouse Retina after Genotoxic Agent Exposure. JINR Preprint P19-2013-54. Dubna, 2013 (in Russian).

In cooperation with staff of the RAS Institute of Biomedical Problems and the JINR Medical and Technical Complex, an installation was made for the total irradiation of animals with extended Bragg peak protons. At the level of a whole organism, the damaging effect of extended Bragg peak protons on the hematopoietic system and the cytogenetic apparatus of bone marrow is shown, which is significantly stronger than that of the 171 MeV proton beam.

- *Ivanov A.A., Molokanov A.G., Bulynina T.M., Vorozhtsova S.V., Abrosimova A.N., Kryuchkova D.M.,*

Severyukhin Yu. S. Radiobiological Effects of Total Irradiation with Bragg Peak Protons // Theses of Reports to the Intern. Conf. "Radiobiological Fundamentals of the Beam Therapy of Tumors" in memory of Acad. A. S. Sayenko. Moscow: People Friendship's University of Russia, Nov. 19–20, 2013. P. 8 (in Russian).

Reactions of chemical compound synthesis from formamide NH_2COH (an HCN hydrolysis product) under exposure to ionizing radiation were analyzed. The reactions were carried out under 165 MeV proton irradiation at the Phasotron (the Laboratory of Nuclear Problems, JINR) in the presence of different catalysts isolated from meteorites of different classes. It is remarkable that in the formamide–radiation system, prebiotic compounds (precursors of nucleic acids, proteins, metabolic cycles, and metabolism) emerged in notable amounts. Under exposure to UV and/or heating, no prebiotic compounds were produced. This research can shed light on the origin of life not only on the Earth, but also in the Universe.

- *Saladino R., Botta G., Delfino M., Di Mauro E., Kapralov M. I., Krasavin E. A., Timoshenko G. N., Rozanov A. Yu. Formation of Prebiotic Compounds of Formamide under Irradiation with High-Energy Particles // JINR News. 2013. No. 4. P. 16–19.*

ACCELERATOR TOPICS

The Nuclotron Upgrade and the NICA Project

In 2013 the upgrading of the accelerator complex elements was continued in the framework of the Nuclotron-M NICA project. Two Nuclotron runs making up 2000 hours in total were carried out; the upgrade of accelerator stations was accomplished in order to prepare them for operation under high rates of field gain; the design of new electrostatic septum for the system of slow beam extraction was finished; the new heavy-ion source KRION-6T was prepared for the Nuclotron run, beams of Au^{31+} with an intensity of up to $6 \cdot 10^8$ particles per pulse were produced; the development of the cryogenic complex was continued in order to increase its cooling performance; a test fragment of the Tango-based ACS was put into operation; work on new polarized ion source creation is almost finished.

Under the NICA project implementation the following work was carried out in 2013: development of infrastructure for mass production of new models and prototypes of superconducting magnets for NICA and FAIR; a pre-serial prototype of the dipole magnet for the booster was manufactured and the measurements of magnetic field were held; production of the new linear injector of heavy ions is almost finished; stochastic cooling of the beam was accomplished at the Nuclotron.

The technical design project of the collider got approval of the Russian State Expertise.

There were published 6 papers in scientific journals and 2 JINR communications; 31 reports were delivered at international conferences.

- *Ivanov E.V. et al.* The Quench Detection System for Superconducting Elements of Nuclotron Acceleration Complex // Part. Nucl., Lett. 2013. V.10, No.4(181). P.603–612.

Heavy Ion Accelerators of FLNR

In 2013 a new test bench was put into operation at the FLNR U400M cyclotron. Its purpose is to test the radiation resistance of electronics on the heavy-ion 14–42-MeV/nucleon beams. The new set-up considerably expands the range of beam energy required for such experiments. Moreover, the energy range exceeding 10 MeV/nucleon considerably increases the possibility of modeling the effects of heavy-ion component of cosmic rays and allows experiments on the electronic component both in vacuum and in the atmosphere without decapsulation.

- *Skuratov V.A., Teterev Yu.G., Mitrofanov S.V., Kalagin I.V., Gulbekyan G.G., Anashin V.S., Emel'yanov V.V.* High Energy Ion Beam Line for SEE Testing at U400M FLNR JINR Cyclotron // 2013 Single-Event Effects (SEE) Symposium and Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) Meetings, April 9–12, 2013, La Jolla, California, USA.

INFORMATION TECHNOLOGY AND COMPUTER PHYSICS

On the basis of the JINR CICC, a prototype of Tier-1 center for the CMS experiment was created in the Laboratory of Information Technologies. The Tier-1 center will serve the global system for

processing both experimental data and event simulation data for the CMS experiment, coming from the Tier-0 center at CERN, as well as from other CMS Tier-1 and Tier-2 centers of the global grid infrastructure for LHC — the Worldwide LHC Computing Grid (WLCG).

In 2013, more than 4 million tasks were solved at JINR CICC using 115 million hours CPU time (in HEPspec06 units).

- *Astakhov N.S. et al.* // Inf. Technol. Comput. Syst. 2013. No. 4. P. 27–36.

A simulation model of data storage and processing for NICA accelerator complex (JINR) has been developed along the lines previously implemented in GridSim. The created simulation system allows one to perform various experiments with an object under study without its physical implementation.

- *Korenkov V.V., Nechaevskiy A.V., Trofimov V.V.* // Inf. Technol. Comput. Syst. 2013. No. 4. P. 37–44.

An approach to creating cloud autonomous Grid-infrastructures intended for solving various problems in the field of cloud and grid-technologies has been proposed. Implementation of such a complex and its operation experience are described. On the basis of the developed approach, a specialized cloud soft- and hardware complex in the JINR CICC structure has been created.

- *Kutovsky N.A.* // Informat. Educ. Sci. 2013. No. 4(20). P. 15–29.

The efficiency and the speed of a track recognition algorithm of charged particle trajectories were assessed on a LIT–JINR multi-core server based on simulated events generated with the help of the package GEANT3 in the CBM-ROOT environment. Despite the high event multiplicity, the intensive background and the heterogeneous magnetic field, the algorithm has shown an efficiency of track reconstruction of 96–97% and a low level of incorrectly found tracks of 2–4%. A high rate of event processing on one core has been reached, amounting on average to 220 ms per one central event and to 25 ms per one mixed event. It was found that the increase of the number of the cores included in the processing resulted practically in a linear growth of the number of processed events.

- *Kulakov I.S. et al.* // Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10, No. 2(179). P. 253–267.

Theoretically kinematical calculations and experiments for the transfer ionization in $H^+ + He$ collisions at 630 keV/u were

presented. Experiment and theory were compared on the most detailed level of fully differential cross sections in the momentum space. This allowed us to unambiguously identify contributions from the shake-off and binary encounter mechanisms of the reaction. It was shown that the simultaneous electron transfer and ionization is highly sensitive to the quality of a trial initial-state wave function.

- *Schoffler M. S. et al. // Phys. Rev. A. 2013. V. 87. P. 032715.*

The possibility to record $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ fissions appearing in Au–Au collisions with beam energy equal to 25 GeV/nucleon on CBM (GSI, Germany) has been analyzed. For marking signaling events under the conditions of predominant background, particular criteria have been developed, and the optimized target thickness has been chosen. An effective approach to the detection of a critical boundary to the indicated selection criteria has been suggested. It is shown that employed criteria allow realization of a number of acceptable $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ fissions statistics with high reliability and at a high rate.

- *Derenovskaya O. Yu., Vasilyev Yu. O. // Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10, No. 5(182). P. 694–705.*

In the effective mass approximation for electronic (hole) states of a spheroidal quantum dot with and without external fields the perturbation theory schemes are constructed in the framework of the Kantorovich and adiabatic methods. The eigenvalues and eigenfunctions of the problem, obtained in both analytical and numerical forms, were applied for the analysis of spectral and optical characteristics of spheroidal quantum dots in homogeneous electric fields.

- *Gusev A. A. et al. // Phys. At. Nucl. 2013. V. 76, No. 8. P. 1033–1055.*

The fate of entanglement of spins for two heavy constituents of a bound state moving in a strong laser field is analyzed within the semiclassical approach. Based on the solution, the dynamics of concurrence of spins is calculated for the maximally entangled Werner states as well as for an initially uncorrelated state.

- *Gerdt V. P. et al. // Topical Issue of Physica Scripta. 2013. V. 153. P. 014026-5.*

JINR UNIVERSITY CENTRE

In 2013, 509 students from the basic departments of MSU, MIPT, MIREA, Dubna University and JINR member-state

universities underwent their training courses at JINR University Centre. In 2013, JINR postgraduate courses were attended by 50 students from Armenia, Belarus, Germany, Moldova, Russia and Ukraine.

The Annual Student Practice in JINR Fields of Research 2013, held in three stages, was attended by 128 students from Egypt, the Czech Republic, Poland, Romania, Slovakia, Bulgaria, Ukraine, the USA, RSA and Belarus.

In June 2013, Dubna hosted a regular School for teachers of physics from JINR member states. The School was attended by 24 teachers and 9 students from Russia, Belarus and Bulgaria. The School program included lectures on popular science by the leading JINR specialists, excursions to JINR experimental facilities and laboratories, and video conferences with CERN. In November the Scientific School for teachers of physics from JINR member states was held at CERN (Geneva). The School was attended by 30 teachers of physics from Russia and Belarus.

In the framework of the Bogolyubov JINR–Ukraine Program on theoretical physics, the School-Seminar “Integrable Structures in Quantum Field Theory” for 20 students and postgraduates from JINR, MIPT, National Research University of Higher School of Economics (NRU HSE) and National Taras Shevchenko University of Kiev (Ukraine) was organized by the JINR UC together with MIPT, NRU HSE, Kharkevich Institute for Information Transmission Problems of RAS (IITP RAS) and Bogolyubov ITP of Ukraine NAS.

The JINR UC took part in the organization of an interschool course for senior school students “Physics and Chemistry in Modern Nanotechnology”, video conferences with schools from Russian cities, lectures and excursions to JINR laboratories for school and university students of Russia.

AWARDS, ACADEMIC RANKS

The Presidium of the Russian Academy of Sciences awarded Doctor of Physics and Mathematics Serguei Nikolaevich Dmitriev (the Joint Institute for Nuclear Research) with the V. Khlopin Prize 2013 for the cycle of papers “Identification and Study of Chemical and Nuclear Physics Properties of New Superheavy Elements of the Mendeleev Periodic Table of Elements”.

The Scientific Council of the RAS Institute for Nuclear Research awarded Professor, Doctor of Physics and Mathematics, head of the High Energy Physics Department of INR RAS Yuri Grigorievich Kudenko and Doctor of Physics and Mathematics, Director of the JINR Laboratory of Nuclear Problems Aleksandr Grigorievich Olshevsky the Academician M. Markov Prize 2013, for their contribution to the research of neutrino oscillations in experiments with neutrino from accelerators and reactors and to measurement of the mixing angle θ_{13} .

GENERAL DATA ON THE NUMBER OF PUBLICATIONS BY JINR STAFF MEMBERS (from 15.11.2012 to 13.12.2013)

Books — 13:

Jolos R. Atomic Nucleus Models: Study Guide. — Dubna: JINR, 2012. — 107, [2] p. — (Manuals of the University Centre, JINR. UC; 2012-53). — Bibliogr.: end of book.

Eganova I., Kallis W., Samoilov V., Struminsky V. Geographical Monitoring Dubna–Nauchnyi–Novosibirsk: Mass Phase Trajectories / Ed.: Yu. Kosarev. — Novosibirsk: Geo, 2012. — 188 p.: ill. — Bibliogr.: P. 179–187. Heading: Joint Institute for Nuclear Research, Scientific Centre for Applied Research.

Issinsky I. Introduction to Physics of Charged Particle Accelerators: A Lecture Course: Study Guide / Ed.: A. Kuznetsov; Preface: I. Meshkov. — Dubna JINR, 2012. — 93 p.: ill. — (Manuals of the University Centre, JINR. UC; 2012-52).

Korogodin V. Phenomenon of Life: Selected Works: In 2 vol. / Joint Institute for Nuclear Research and RAMS Medical Radiological Scientific Centre; Comp. and comment.: V. Korogodina. — M.: Nauka, 2012. — V. 2. — 395, [5] p.: ill. — Bibliogr. of scientific works by V. Korogodin: P. 351–367, bibliogr. of publications about V. Korogodin: P. 368.

Lehar F., Strokovsky E. Phenomenology and Analysis of Data on Nucleon Scattering. — M.: Universitetskaya kniga, 2010. — 210 p. — Bibliogr.: end of addendum.

Orelovich L. Vysotsky in Dubna. — M.: Uniserv, 2012. — 384 p.: ill.

Pervushin V., Pavlov A. Principles of Quantum Universe. — Saarbrücken: Lambert Academic Publ., 2013. — 411 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters.

Didyk A. Yu., Wisniewski R. Properties of Hydrogen and Its Isotopes under High Pressure, and Technological Applications. — Dubna: JINR, 2013. — 320 p.: ill. — (JINR; 2013-51). — Bibliogr.: end of chap. and addition. Dedicated to the 60th anniversary of the scientific activity of Prof. R. Wisniewski and a decade of the authors' joint work on the study of the behavior of hydrogen and its isotopes in materials.

Korogodina V.L., Florko B.V., Osipova L.P. Radiation-Induced Processes of Adaptation: Research by Statistical Modelling. — Dordrecht: Springer, 2013. — XVII, 183 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters.

Nucleation Theory and Applications: Special Issues: Review Series on Selected Topics of Atmospheric Sol Formation. V.1: Selected Aspects of Atmospheric Ice and Salt Crystallisation / O. Hellmuth, V. I. Khvorostyanov, J. A. Curry, A. K. Shchekin, J. W. P. Schmelzer, R. Feistel, Y. S. Djikaev, V. G. Baidakov; Eds.: J. W. P. Schmelzer and O. Hellmuth. — Dubna: JINR, 2013. — 513 p.: ill. — (JINR; E7,17-2013-8). — Bibliogr.: P. 485–513.

Ioannisian A., Chizhov M., Filippova M., Gongadze A., Grigoryan S., Gudkov D., Olyunin A., Samochkine A., Samoylov V., Saponov A., Soldatov V., Solodko A., Solodko E., Tyapkin I., Uzhinsky V., Vorozhtsov A. [et al.] A Multi-TeV Linear Collider Based on CLIC Technology: CLIC Conceptual Design Report. — Geneva: CERN: SLAC: KEK: PSI, 2012. — XXIV, 814 p.: ill. — (CERN; 2012-007) (SLAC-R; 985) (KEK Report; 2012-1) (PSI; 12-01). — Bibliogr.: end of chapters.

Plakida N. High-Temperature Cuprate Superconductors: Experiment, Theory, and Applications. — Berlin [etc.]: Springer-Verlag, 2010. — X, 570 p.: ill. — (Springer Series in Solid-State Sciences; 166). — Bibliogr.: P. 513–564.

Zvara I. The Inorganic Radiochemistry of Heavy Elements: Methods for Studying Gaseous Compounds. — New York: Springer Science+Business Media, Inc., 2008. — XXVIII, 224 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters.

- Papers in Journals — 930
- Publications in Proceedings of conferences — 524
- Preprints — 109
- Theses Abstracts — 17
- Total: 1593

Содержание Contents

Теоретическая физика	3
Экспериментальная физика	4
Физика частиц	4
Релятивистская ядерная физика	8
Физика тяжелых ионов	10
Ядерная физика низких и промежуточных энергий	11
Нейтронная ядерная физика	12
Физика конденсированных сред	14
Радиационные и радиобиологические исследования	15
Ускорительная тематика	17
Развитие нуклотрона и проект NICA	17
Ускорители тяжелых ионов ЛЯР	18
Информационные технологии и вычислительная физика	18
Учебно-научный центр	21
Премии, научные звания	21
Общие данные о количестве публикаций сотрудников ОИЯИ (с 15.11.2012 по 13.12.2013)	22
Theoretical Physics	25
Experimental Physics	26
Particle Physics	26
Relativistic Nuclear Physics	30
Heavy Ion Physics	32
Low- and Intermediate-Energy Nuclear Physics	33
Neutron Nuclear Physics	34
Condensed Matter Physics	36
Radiation and Radiobiological Research	37

Accelerator Topics	39
The Nuclotron Upgrade and the NICA Project	39
Heavy Ion Accelerators of FLNR.	40
Information Technology and Computer Physics.	40
JINR University Centre	42
Awards, Academic Ranks	43
General Data on the Number of Publications by JINR Staff Members (from 15.11.2012 to 13.12.2013)	44

Редакторы *Е. В. Сабаева, Е. И. Кравченко*

Подписано в печать 11.02.2014.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 3,1. Уч.-изд. л. 3,4. Тираж 230 экз. Заказ № 58184.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@jinr.ru

www.jinr.ru/publish/