

В. А. Матвеев

ОИЯИ – НИЯУ МИФИ

Давнее и плодотворное сотрудничество связывает Объединенный институт ядерных исследований и Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» (НИЯУ МИФИ). Совместные исследования и подготовка кадров для новых, быстро развивающихся направлений ядерной физики — физики тяжелых ионов, физики экзотических ядер, физики конденсированных сред и нанотехнологий, ускорительной физики — наиболее яркие примеры нашего взаимодействия.

В 2012 г. была разработана «дорожная карта» сотрудничества ОИЯИ–МИФИ, которая успешно реализуется. Основанием для сотрудничества служит Соглашение о сотрудничестве в областях научных исследований, инновационной деятельности и подготовки кадров между ОИЯИ и НИЯУ МИФИ, подписанное в апреле 2011 г.

В планах долгосрочного стратегического сотрудничества НИЯУ МИФИ с ОИЯИ следует отметить следующие направления:

— обеспечение научными и инженерными кадрами текущих потребностей лабораторий ОИЯИ. Особое внимание предлагается уделить подготовке специа-



листов по специальностям: физика тяжелых ионов, включая физику низких, средних и релятивистских энергий, ускорительная физика, нейтринная физика;

— подготовка кадров для реализации проектов ускорителей тяжелых ионов — коллайдера NICA и циклотронного комплекса стабильных и радиоактивных пучков DRIBs-3;

— совместная подготовка специалистов по различным направлениям медицинской физики для обеспечения кадрами центров высокотехнологичной и ядерной медицины.

Наиболее активно ОИЯИ сотрудничает с НИЯУ МИФИ с целью развития учебного процесса и координации потребностей в подготовке физиков-экспериментаторов. Автор данной статьи возглавляет кафедру «Экспериментальные методы ядерной физики».

V. A. Matveev

JINR – NRNU MEPhI

The Joint Institute for Nuclear Research and the National Research Nuclear University “Moscow Engineering Physics Institute” (NRNU MEPhI) have long-standing and fruitful cooperation. The brightest examples of our relations are joint studies and training of staff for new rapidly developing trends of nuclear physics, i.e., heavy ion physics, exotic nuclei physics, condensed matter physics and nanotechnology, accelerator physics.

A “road map” of JINR–MEPhI cooperation was worked out in 2012, and now it is successfully implemented. Our cooperation is based on the Agreement between JINR and NRNU MEPhI on cooperation in scientific research, innovation activities and education of staff, which was signed in April 2011.

The following trends should be mentioned in the plans of long-term strategic cooperation of NRNU MEPhI with JINR:

— scientific and engineer staff should be provided for current needs of JINR Laboratories. Special attention should be paid to training of specialists in the following specialties: heavy ion physics, including the physics of low, medium and relativistic energy, accelerator physics, neutrino physics;

— training of staff for implementation of projects of heavy ion accelerators — the NICA collider and the DRIBs-3 cyclotron complex of stable and radioactive beams;

— joint training of specialists in various fields of medical physics to provide staff for high-tech centres of nuclear medicine.

JINR conducts most active cooperation with NRNU MEPhI in development of educational process and coordination of demands in training of experimental physicists.

НИЯУ МИФИ способствует обеспечению заявки на удовлетворение потребности в подготовке студентов-дипломников для прохождения производственной практики, выполнения дипломного проектирования и дальнейшего трудоустройства в ОИЯИ.

На время прохождения практики в ОИЯИ студенты НИЯУ МИФИ обеспечиваются общежитием и прикомандировываются в научные лаборатории ОИЯИ. В случае успешного прохождения практики и защиты дипломных проектов ОИЯИ готов предложить выпускникам НИЯУ МИФИ трудоустройство. Координирует практику студентов Учебно-научный центр (УНЦ) ОИЯИ. ОИЯИ и НИЯУ МИФИ организуют на базе УНЦ и кафедр НИЯУ МИФИ чтение ведущими учеными дистанционных интерактивных лекций.

Дирекция ОИЯИ решает вопрос о целевом финансировании создания стендов и учебных программ на действующих установках ОИЯИ в лабораториях для проведения практических занятий. Учебные программы организуются таким образом, чтобы их проведение не мешало выполнению плана научных исследований.

ОИЯИ и НИЯУ МИФИ всемерно содействуют проведению совместных научных исследований на основе заключения договоров о научно-техническом сотрудничестве по следующей тематике: исследования по физике тяжелых ионов на установках ЛЯР ОИЯИ,

создание ускорительного комплекса нуклотрон–NICA и детекторов для этого комплекса.

Среди студентов НИЯУ МИФИ проводится постоянная работа по информированию их о возможностях научно-исследовательской работы (НИР) в базовых научных организациях. Одной из форм такой работы является совместный сайт ОИЯИ и НИЯУ МИФИ, разработанный с применением современных интернет-технологий. Сайт является инструментом взаимодействия студентов и потенциальных научных руководителей.

Предусмотрено регулярное участие сотрудников базовых организаций и студентов в семинарах кафедры. Возможны доклады, когда с введением в проблему выступает руководитель студента, а затем студент представляет саму работу и полученные результаты. На эти семинары можно приглашать преподавателей и студентов всех кафедр факультета.

НИР студентов должна начинаться с 3-го курса (с 6-го семестра), студенты кафедры должны работать в научных группах ОИЯИ, участвовать в международных экспериментах. На 5-м (11-й семестр) и 6-м курсах студенты должны заниматься в основном научно-исследовательской работой. Число лекций в этих семестрах должно быть сведено к необходимому минимуму. Возможно включение преподавателей кафедры —

The author of this article heads the chair “Experimental Methods in Nuclear Physics”.

NRNU MEPhI contributes to the provision of needed training of diploma students to take practice courses, carry out diploma projects and to obtain employment assistance at JINR.

For the time of practice courses at JINR, students from NRNU MEPhI are guaranteed lodging in hostels and are attached to scientific laboratories. In case the student passes the practice successfully and defends the diploma project, JINR is ready to provide the graduating student with a position at the Institute. The University Centre of JINR (UC) schedules the student practice. Based on the grounds of the UC and NRNU MEPhI Chairs, JINR and NRNU MEPhI organize on-line interactive lectures delivered by leading scientists.

The JINR Directorate discusses the issue of target financing to construct poster panels and work out educational programmes at JINR facilities in the laboratories for practice classes. The educational programmes should not interfere with current scientific research processes.

JINR and NRNU MEPhI actively promote organization of joint scientific research on the basis of agreements

on scientific and technical cooperation in the following trends: heavy ion studies at the facilities of FLNR, JINR; construction of the Nuclotron–NICA accelerator complex and its detectors.

Students from NRNU MEPhI are well informed about their opportunities in conducting scientific research in basic research organizations. One of the types of this work is the joint internet site of JINR and NRNU MEPhI developed using the up-to-date internet technology. It is a communication tool for students and their scientific leaders.

Involvement of staff members of JINR and NRNU MEPhI students in chair seminars is scheduled. Reports are planned where the topic is introduced by the student’s scientific leader and the student presents the work itself and the obtained results. Teachers and students from all chairs of the faculty can be invited to these seminars.

Students are to start scientific research work in the third year (starting in term 6); they should work in JINR scientific groups and take part in international experiments. In the fifth (term 11) and sixth years, students are to be busy mainly with scientific research work. The number of lectures at that time should be only the necessary minimum. It is possible to include teachers of chairs — MEPhI

сотрудников МИФИ — в состав международных коллабораций, в которых участвуют сотрудники ОИЯИ. Сотрудники ОИЯИ читают лекции и занимаются НИР со студентами кафедры, а преподаватели участвуют в научной работе ОИЯИ. Желательно, чтобы к окончанию института каждый студент кафедры имел несколько научных публикаций, в том числе работ, написанных при его непосредственном участии, и сделал несколько докладов на конференциях и семинарах.

ОИЯИ оказывает помощь в оборудовании учебных лабораторий НИЯУ МИФИ. Важно развивать учебно-методическую базу кафедр. В перспективе возможно создание в НИЯУ МИФИ межведомственного центра испытаний и исследований материалов на базе нового ускорительного комплекса для тяжелоионной модификации материалов, имплантации и тестирования на основе малогабаритного циклотрона (ТИМИТ). Эскизный проект такого комплекса был подготовлен сотрудниками ЛЯР ОИЯИ и представлен для обсуждения несколько лет назад.

Важно отметить несколько направлений, которые успешно развиваются в рамках сотрудничества ОИЯИ–МИФИ. Кафедра «Экспериментальные методы ядерной физики» стала базовой кафедрой ОИЯИ и специализируется на подготовке специалистов и научном сотрудничестве в области физики тяжелых

ионов. Здесь имеется самый широкий спектр подготовки специалистов: от физики низких и средних энергий (сотрудничество по проекту «Фабрика сверхтяжелых элементов» и DRIBs) до физики сверхвысоких энергий (мегапроект NICA). На кафедре ведущими учеными ОИЯИ (академиками В. А. Матвеевым, Ю. Ц. Оганесяном, профессором Ю. Э. Пенюнькевичем и др.) читается курс лекций по физике тяжелых ионов. Подготовлено учебное пособие по этому курсу, начато дистанционное чтение лекций с демонстрацией последних достижений в этой области, в частности, по синтезу новых элементов. Бакалавры и магистры кафедры выполняют дипломные работы в лабораториях ОИЯИ, участвуют в международных конференциях и школах молодых ученых. Готовится проект совместной лаборатории ОИЯИ–МИФИ для исследований различного типа детекторов, используемых для регистрации продуктов ядерных реакций в широком диапазоне энергий. В моделировании и исследовании эффективности работы будущей установки MPD/NICA для изучения коллективных потоков участвует научная группа НИЯУ МИФИ под руководством доцентов А. В. Тараненко и И. В. Селюженкова.

Сотрудничество ЛФВЭ ОИЯИ – МИФИ связано с разработкой и созданием научной аппаратуры для эксперимента МОНИКА. Заказчиком разрабо-

staff members — in international collaborations in which JINR staff members are involved. JINR staff members give lectures and conduct scientific research with students, and the teachers from NRNU MEPhI take part in the scientific activities of JINR. It is desirable that each student approaching graduation have several scientific publications, including those prepared by him or her personally, and deliver several reports at conferences and seminars.

JINR renders assistance in equipping university laboratories of NRNU MEPhI. It is important to develop the curricular basis of the chairs. There are plans to develop an interdepartmental centre for testing and studies of materials, on the basis of the new accelerator complex for heavy ion modification of materials, implantation and checking based on the compact cyclotron (TIMIT). A provisional design of this complex was prepared by staff members of JINR's FLNR and presented for discussion several years ago.

It is important to note some trends that develop successfully in the framework of the JINR–MEPhI cooperation. The chair “Experimental Methods in Nuclear Physics” became a basic chair of JINR. It is dedicated to training specialists and scientific cooperation in heavy ion physics.

It has a widest range of training experts in low and medium energy physics (cooperation in the project “Factory for Superheavy Elements” and DRIBs), as well as in superhigh energy physics (the mega-project NICA). Leading JINR scientists (Academicians V. Matveev, Yu. Oganessian, Professor Yu. Penionzhkevich) read a course of lectures on heavy ion physics. A study guide in this course has been prepared: lectures are given on-line with demonstration of the latest achievements in this field, in particular, in the synthesis of new elements. Bachelors and Masters of the chair write their theses at JINR Laboratories, take part in international conferences and schools of young scientists. A project is under preparation of a joint JINR–MEPhI laboratory to study different types of detectors that are used to detect products of nuclear reactions in a wide energy range. A group from NRNU MEPhI headed by Professors A. Taranenko and I. Selyuzhenkov takes part in modelling and efficiency studies of the future set-up MPD/NICA which will study collective flows.

The VBLHEP (JINR) – MEPhI cooperation aims at developing scientific equipment for the experiment MONIKA. The ordering customer for MONIKA is the Russian Academy of Sciences. The project will be used for

ток МОНИКА для решения задач фундаментальных космических исследований на малоразмерных космических аппаратах (ОКР «МКА-ФКИ») является Российской академия наук. В рамках этого договора ведется разработка и создание опытного образца спектрометра-телескопа на основе кремниевых детекторов. Со стороны НИЯУ МИФИ работы возглавлял эксперт с большим опытом в области космических исследований доктор физико-математических наук С.А. Воронов. В результате этих совместных работ ОИЯИ – НИЯУ МИФИ были разработаны и изготовлены: кремниевые детекторы (совместно с НИИ МВ, Зеленоград); детекторная электроника с большим динамическим диапазоном сигналов (триггерная логика); регистрирующая электроника и электроника сбора данных (DAQ) на основе микромощных ИС, способных работать в открытом космосе; программы считывания и управления, позволяющие тестировать все детекторы и электронику. Эти совместные разработки для детекторной электроники эксперимента МОНИКА пригодились для решения научной программы эксперимента BM@N на нуклотроне и будут востребованы для проекта NICA.

Активно развивалось сотрудничество ЛЯП ОИЯИ с НИЯУ МИФИ по разработке и изготовлению различных типов полупроводниковых детекторов, использу-

емых в прецизионных спектрометрах высокого разрешения. Совершенствуются методики измерения характеристик ядерных излучений и частиц с помощью ППД, созданы многоэлементные полупроводниковые спектрометры для экспериментальных исследований на ускорителях и в низкофоновых подземных лабораториях. К настоящему времени создан большой набор светосильных ППД для энергетического и координатного анализа ядерных излучений, при этом детекторы обладают характеристиками на уровне лучших коммерческих зарубежных образцов. Разработанные детекторы и созданные на их основе многокристалльные спектрометры нашли широкое применение в исследованиях, проводимых ОИЯИ совместно с НИЯУ МИФИ, как в институтах России — ПИЯФ, ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯИ РАН, так и в зарубежных научных центрах — на ускорителе LANL (Лос-Аламос, США), накопительном кольце CELSIUS (Уппсала, Швеция), ускорителе PSI (Швейцария), в подземной лаборатории LSM (Модан, Франция).

В настоящее время ЛЯП ОИЯИ и НИЯУ МИФИ (руководитель работ доктор физико-математических наук Ю.Б. Гуров) совместно разрабатывают специальные германиевые ППД большого объема с низким порогом регистрации, которые предназначены для поиска частиц темной материи WIMPs и изучения

tackling tasks of fundamental space research in small-dimension space ships (OKR “MKA-FKI”). Under this cooperation, a prototype model of the spectrometer-telescope on the basis of Si detectors is being elaborated. NRNU MEPhI is represented in this work by an expert with much experience in space research Doctor of Physics and Mathematics S. Voronov. As a result of the joint work of JINR and NRNU MEPhI, the following items were elaborated and produced: Si detectors (jointly with SRI MS, Zelenograd); detector electronics with a big dynamic range of signals (trigger logics); detecting electronics and data accumulation electronics (DAQ) on the basis of micropowerful CSs capable of functioning in open space; readout and control programs that allow testing all detectors and electronics. These joint elaborations for detector electronics of MONIKA came in useful to solve tasks of the scientific programme of the BM&N experiment at the Nuclotron and will be claimed for the NICA project.

Cooperation of JINR’s DLNP with NRNU MEPhI has been actively developing in elaboration and production of different types of semiconductor detectors that are used in high-resolution precision spectrometers. Methods to measure characteristics of nuclear radiation and particles with

semiconductor detectors are under improvement; multi-element semiconductor spectrometers are developed for experimental research at accelerators and in low-background underground laboratories. By now, an impressive selection of high-resolution SCDs has been produced for energy and coordinate analysis of nuclear radiation. For this purpose, the detectors possess characteristics comparable with the best foreign commercial samples. The developed detectors and multicrystal spectrometers produced on their basis are widely used in the joint research by JINR and NRNU MEPhI both at the Institutes of Russia — SPINP, ITEP, IHEP, INR RAS, and abroad — the LANL accelerator (Los-Alamos, USA), the CELSIUS storage ring (Uppsala, Sweden), the PSI accelerator (Switzerland), and the LSM underground laboratory (Modane, France).

At present, JINR’s DLNP and NRNU MEPhI (leader: Doctor of Physics and Mathematics Yu. Gurov) jointly develop specialized germanium SCDs of large volume with low registration threshold that are assigned for search of Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) and studies of neutrino properties. Young specialists and NRNU MEPhI students design detectors and apply SCD spectrometers in research. For the years of joint research, over