

В. В. Узинский

40 лет исследований релятивистских ядро-ядерных взаимодействий в ОИЯИ

«В августе 1970 г. благодаря интенсивной и слаженной работе эксплуатационных отделов синхрофазотрона ЛВЭ ... удалось полностью осуществить режим ускорения дейтронов до энергии 11 ГэВ. Пока еще нигде в мире не существуют дейтронные пучки большой интенсивности при столь высокой энергии. Ускорение дейтронов до релятивистских энергий является крупным достижением ускорительной техники и открывает новые перспективы в области физики высоких энергий. Дирекция и общественные организации Лаборатории высоких энергий поздравляют коллектив лаборатории и особенно сотрудников отделов синхрофазотрона с этим замечательным достижением... Предложение ускорить дейтроны и альфа-частицы на дубненском синхрофазотроне было сделано в 1967 г. группой специалистов ЛВЭ (Ю. Д. Безногих, Л. П. Зиновьев, Г. С. Казанский, А. И. Михайлов, В. И. Мороз,

Н. И. Павлов, Г. П. Пучков, И. Н. Семенюшкин, К. В. Чехлов)... На выведенном пучке уже проводятся первые облучения ядерных эмульсий».

Это отрывок из статьи директора ЛВЭ А. М. Балдина «На синхрофазотроне ЛВЭ ускорены дейтроны до максимальных энергий», опубликованной в дубненской газете «За коммунизм» от 25 сентября 1970 г. 6 января 1971 г. в той же газете в статье заместителя директора ЛВЭ А. А. Кузнецова «Научные успехи международного коллектива» было сказано: «Большим успехом коллектива инженеров, техников и рабочих лаборатории в 1970 г. явилось ускорение на синхрофазотроне дейтронов до максимальной энергии, а также пробное ускорение ядер гелия». Наконец, В. И. Мороз в газете от 26 января 1971 г., приведя технические детали ускорения дейтронов, уточнил: «После тщательной настройки всех систем синхрофазотрона 5 сентября

V. V. Uzhinsky

40 Years of Relativistic Nucleus–Nucleus Interactions Study at JINR

«In August 1970, the Laboratory of High Energies managed to implement in full the mode of deuteron acceleration up to an energy of 11 GeV, due to intense and unanimous work of the departments of the Synchrophasotron. There have been no deuteron beams of high intensity obtained in the world practice yet at such a high energy. Deuteron acceleration up to relativistic energies is a great achievement in acceleration technique; it opens new opportunities in high energy physics. The directorate and public organizations of the Laboratory of High Energies congratulate the laboratory community on the occasion, in particular, staff members of the Synchrophasotron departments... The suggestion to accelerate deuterons and alpha particles at the Dubna Synchrophasotron was made in 1967 by a group of LHE specialists: Yu. Beznogikh, L. Zinoviev,

G. Kazansky, A. Mikhailov, V. Moroz, N. Pavlov, G. Puchkov, I. Semenyushkin, K. Chekhlov... First sessions of irradiation of nuclear emulsions have already been held at the extracted beam».

It is an extract from the article by LHE Director A. Baldin «Deuterons Have Been Accelerated up to Maximum Energy at the LHE Synchrophasotron» published in issue 71 (1599) of the Dubna newspaper «Za Kommunism» of 25 September 1970. On 6 January 1971, in issue 2 (1626) of the same newspaper, LHE Deputy-Director A. Kuznetsov wrote in his article «Scientific Success of the International Team»: «The acceleration of deuterons at the Synchrophasotron up to the maximal energy, as well as a test to accelerate helium nuclei, was a big success of the community of engineers, technicians and workers of the

1970 г. был получен пучок ускоренных дейтронов в конце цикла ускорителя с интенсивностью $0,9 \cdot 10^{10}$ дейтронов за цикл. Месяцем позже ускоренные дейтроны были выведены из камеры синхрофазотрона методом «быстрого вывода», разработанного в отделе синхрофазотрона (И. Б. Иссинский, Е. М. Кулакова и др.), и на выведенном пучке группой К. Д. Толстова было проведено первое облучение ядерных эмульсий».

Таким образом, в этом году исполняется 40 лет исследований релятивистских ядро-ядерных взаимодействий в ОИЯИ! Хотелся горячо поздравить ветеранов ОИЯИ — научных сотрудников, инженеров и техников — с этой замечательной датой!

Первым результатом исследований в релятивистской ядерной физике стало открытие кумулятивных частиц, за которым последовало открытие коллективных потоков частиц в соударениях тяжелых ядер на ускорителях BNL (США) и GSI (Германия). Были открыты мультифрагментация ядер и радиальный поток фрагментов. Оказалось, что остаточные ядра, образующиеся в релятивистских соударениях, распадаются на много кусков — мультифрагментируют, и все эти куски радиально разлетаются, т. е. происходит как бы взрыв ядер-остатков.

Другим удивительным открытием было обнаружение калориметрических свойств этих ядер-остатков сотрудничеством ALADIN в GSI (1995 г.). Ядра-остатки подобны каплям воды. Так же как и вода, остатки имеют определенную температуру «кипения» порядка 5 МэВ, но в отличие от капель воды ядра распадаются на много фрагментов. Для воды это возможно при строго определенных условиях. В 2003 г. в соударениях ядер с ядрами на ускорителе RHIC BNL была открыта кварк-глюонная плазма, сейчас активно исследуемая сотрудничествами STAR, PHENIX, PHOBOS, BRAHMS, в которых успешно работают ученые ОИЯИ.

Выдвинутый в ОИЯИ проект NICA, нацеленный на исследования ядро-ядерных взаимодействий в наиболее интересной с современной точки зрения области энергий, может стать достойным преемником этих славных традиций!

laboratory in 1970». Finally, in issue 7 (1631) of the newspaper of 26 January 1971, V. Moroz specified the following, giving technical details of deuteron acceleration: «After scrupulous adjustment of all systems of the Synchrophasotron, a beam of accelerated deuterons was obtained on 5 September at the end of a cycle with an intensity of $0.9 \cdot 10^{10}$ deuterons per cycle. A month later, accelerated deuterons were extracted from the synchrophasotron chamber (I. Issinsky, E. Kulakova, et al.), and the team of K. Tolstov conducted the first irradiation of nuclear emulsions on the extracted beam».

Therefore, we celebrate today 40 years of research of relativistic nucleus–nucleus interactions at JINR and in the world! Let me congratulate heartily JINR veterans — researchers, engineers and technicians — on this outstanding date!

The first result of the study in the field of the relativistic nuclear physics was the discovery of the cumulative particles. After that there was the discovery of the collective flows of particles in collisions of heavy nuclei at the BNL (USA) and GSI (Germany) accelerators. The nuclear multifragmentation and the radial flow of fragments were also discovered. It was found out that residual nuclei created in

relativistic collisions decay into many pieces — fragment into many nuclei. The pieces fly away radially, as if explosions of the nuclear residuals take place.

Another surprising discovery was the finding of the calorimetric properties of these nuclear residuals by the ALADIN collaboration at GSI (1995). The nuclear residuals are like drops of water. Like water, the residuals have a definite «boiling» temperature of about 5 MeV, but unlike the water drops they decay into many fragments. It is possible for water under strictly specified conditions. In 2003 the quark–gluon plasma was discovered at the RHIC accelerator in BNL in collisions of nuclei with nuclei. Now it is under study by STAR, PHENIX, PHOBOS and BRAHMS collaborations where JINR scientists are successfully working.

The NICA project proposed at JINR with the aim to study nucleus–nucleus interactions in the most interesting energy region, from the modern point of view, can be a decent successor of these glorious traditions!