

Физика ускорителей 2023 21

**Впервые в России электронное охлаждение тяжелых ионов было успешно
использовано для увеличения эффективности экспериментов в области физики
барионной материи**

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН



Авторы:

ИЯФ СО РАН г. Новосибирск: А.М. Батраков, Е.А. Бехтенов, М. И. Брызгунов, А.В. Бублей, А.Д. Гончаров, К.М. Горчаков, И.А. Гусев, А.П. Денисов, Б.А. Довженко, А.А. Жариков, Г.В. Карпов, М.Н. Кондауров, Н.С. Кремнев, В.М. Панасюк, В.В. Пархомчук, В.А. Полухин, А.А. Путьмаков, В.Б. Рева, Д.В. Сеньков, М.Г. Федотов, В.А. Чекавинский,
ОИЯИ г. Дубна: А.В. Бутенко, В.А. Лебедев, И.Н. Мешков, К.Г. Осипов, Ю. В. Прокофьевичев, В.С. Шпаков, С.В. Семенов, А.С. Сергеев, Е.М. Сыресин, Р.В. Тимонин, Г. В. Трубников.

В совместной работе ИЯФ и ОИЯИ получено время охлаждения ионов $^{124}\text{Xe}+28$ достигло 70 мсек, что является мировым рекордом. Увеличена скорость набора событий в 2 раза на эксперименте VARION MATER

Система электронного охлаждения “Бустера” НИКА предназначена для накопления пучка ионов при инжекции (на энергии ионов 3,2 МэВ/н), а также для его подготовки к выпуску в кольцо «Нуклотрон» на промежуточной энергии (≈ 65 МэВ/н). Данная система была разработана и испытана в ИЯФ СО РАН после чего поставлена в ОИЯИ. В сеансе 2023г на накопительном тяжелоионном комплексе ОИЯИ в составе синхротронных колец “Бустер” и “Нуклотрон” было получено первое в России электронное охлаждение тяжелых ионов, которое было использовано для увеличения счета детектора эксперимента Baryonic Matter at Nuclotron (BM@N). Основные параметры эксперимента

Периметр кольца “Бустера” – 210,96 м

Частота ВЧ генератора ≈ 585 кГц (пятая гармоника частоты обращения)

Тип ионов – $^{124}\text{Xe}^{28+}$

Энергия ионов – 3.2 МэВ/н

Энергия электронов – 1.83 кэВ

Ток электронного пучка – $50 \div 100$ мА

Длина секции охлаждения – 250 см

Магнитное поле в секции охлаждения – 750 Гс

Время продольного охлаждения – 70 мс

Электронное охлаждение, полученное совместными усилиями специалистов ИЯФ и ОИЯИ, позволило увеличить вдвое скорость счёта детектора несмотря на то, что после охлаждения ионы, ускоряются в “Бустере”, перезаряжаются до состояния голого ядра на

выходе, затем переводятся в “Нуклотрон”, ускоряются и с помощью медленного вывода направляются из накопительного кольца на детектор VM@N, находящийся в соседнем здании.

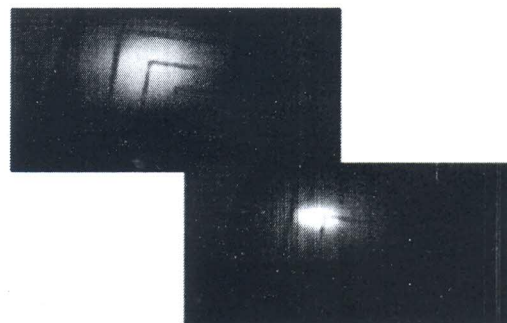
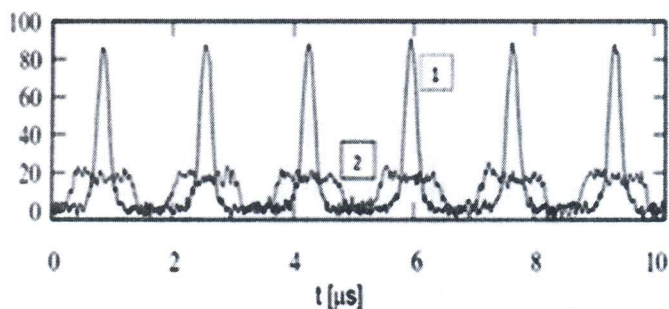


Рисунок 1: Слева – распределение ионов в сгустках в продольном направлении при наличии электронного охлаждения (1) и при его отсутствии (2). Справа – поперечные профили ионного пучка на люминофорном экране без (верхнее фото) и с (нижнее фото) охлаждением (люминофор расположен на входе канала “Бустер”-“Нуклотрон”).

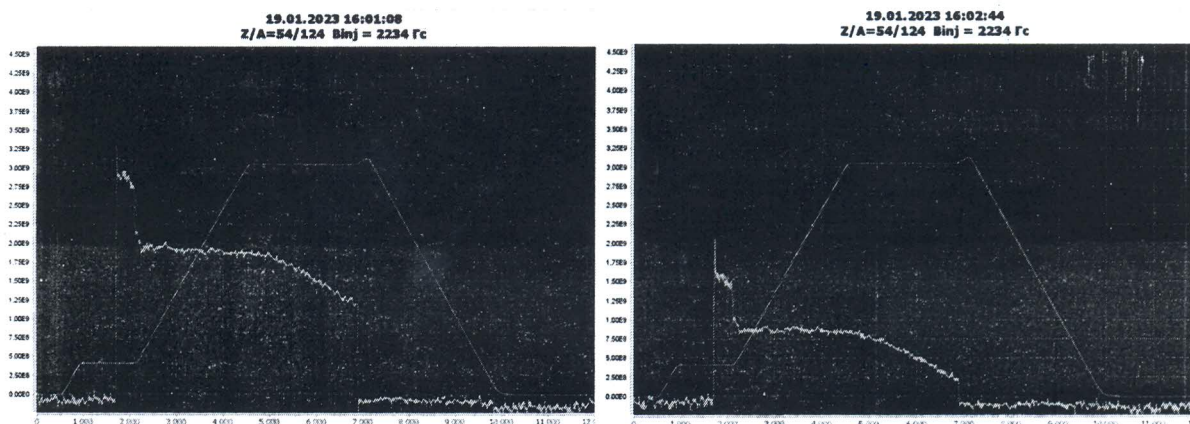


Рисунок 2: Магнитный цикл (зеленый) и интенсивность пучка в Нуклотроне (розовый) при наличии электронного охлаждения в синхротроне бустера (слева) и без него (справа).

Публикация М.И. Брызгунов, А.В. Бублей, В.А. Лебедев, И. Н. Мешков, К.Г. Осипов, В.М. Панасюк, В.В. Пархомчук, Ю. В. Прокофьевичев, В. Б. Рева, А. С. Сергеев, С. В. Семёнов, Р.В. Тимонин, В.С. Шпаков. Первые эксперименты по электронному охлаждению ионов в бустере NICA. Физика элементарных частиц и атомного ядра. (в печати).