

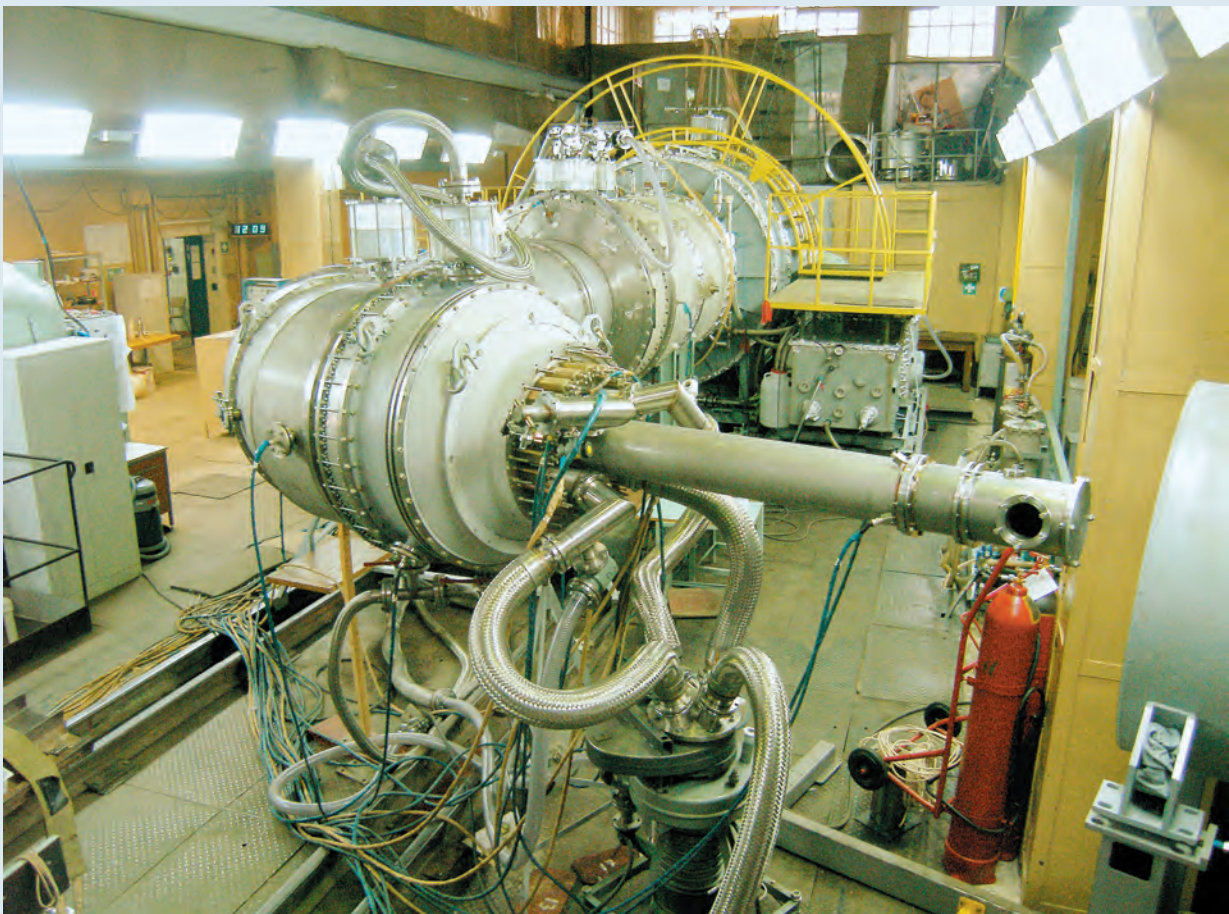
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ (ИЯРФ)

Создан импульсный сильноточный ускоритель электронов «Гамма-1». Технические характеристики: зарядное напряжение формирующей системы 1 МВ, ускоряющее напряжение 2 МВ, ток электронного пучка до 1 МА, выходная электрическая мощность 1,5 ТВт, длительность импульса тормозного излучения на полувысоте 45 нс. В 2011 году завершены исследования системы передачи энергии, состоящей из комбинации цилиндрической и изогнутой на угол 80° водяных передающих линий и вакуумной магнитоизолированной передающей линии. Показано, что эффективность передачи энергии в диодную нагрузку составляет 50 % от запасаемой в генераторах импульс-

ных напряжений. При этом разброс времени формирования импульса тормозного излучения относительно импульса запуска разрядников формирующей системы составляет ± 3 нс. Это доказывает возможность создания на основе ускорителя «Гамма-1» многомодульного мультитераваттного облучательного комплекса.

В ИЯРФ ведутся работы по созданию ядерно-физического комплекса, являющегося физической моделью реактора-лазера непрерывного действия с поперечной прокачкой лазерной среды. Комплекс включает в себя реактор ИКАР-500 (импульсный каналный аperiодический реактор с энерговыде-

лением 500 МДж за импульс) и лазерный модуль ЛМ-16. Разработана высокоэффективная технология изготовления уранграфитового топлива для реактора ИКАР-500. Технология предусматривает введение урана в матрицу путем пропитки пористого графитового блока раствором металлоорганического соединения урана: β -дикетоната уранила на основе ацетилацетоната уранила. В качестве растворителя используют смесь ацетона с изопропиловым спиртом. Далее проводится сушка на воздухе в течение не менее 48 часов, отжиг блоков проводят при температуре 360–380 °С в течение не менее 1,5 часа. Новый способ изготовления твэлов позволил получить равномер-



Импульсный сильноточный ускоритель электронов «Гамма-1»

ное распределение делящегося материала в пористой матрице (неравномерность пропитки по объему менее 10 %), уменьшить время и упростить технологический цикл; повысить производительность, а также проводить многократную пропитку для получения тепловыделяющего элемента с требуемым количеством делящегося материала. По разработанной технологии за год изготовлены 240 блоков, размер блока $485 \times 72 \times 53$ мм, содержание урана в блоке от 13,5 до 16,5 г.

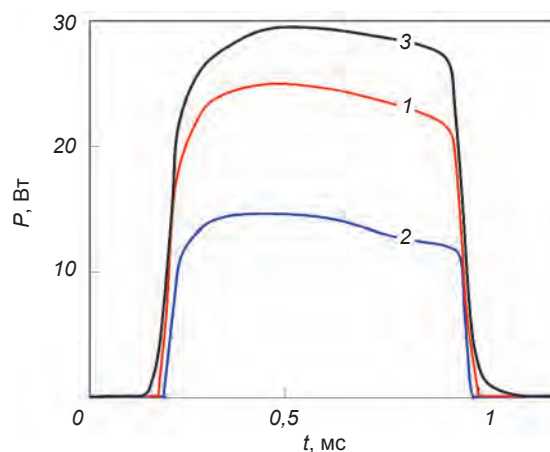
На восьмиканальном лазерном модуле с ядерной накачкой ЛМ-8 проведены эксперименты по оптимизации выходных параметров генерации. Использование сильфонных узлов выходных зеркал резонатора без окон Брюстера позволило существенно увеличить мощность лазерного излучения из каждого канала. В экспериментах, проводимых на реакторе БИГР, зарегистрированы рекордные для лазерных модулей с ядерной накачкой непрерывного действия значения мощности генерации из одинарного лазерного канала (25 Вт при длительности работы ~ 1 с). Это превышает показатели, достигнутые на лазерном модуле ЛМ-8 в предыдущих экспериментах (мощность ~ 15 Вт) и ЛМ-4 (мощность ~ 20 Вт). Увеличение энергетических параметров генерации связано с уменьшением внутрирезонаторных потерь в лазерных каналах за счет вывода излучения из резонатора без окон Брюстера. Лазерный модуль заполнялся газовой смесью Аг-Хе при давлении 0,5 атм, генерация происходила на длине волны 1,73 мкм. Расчеты показали, что мощность генерации одинарных каналов лазерного модуля ЛМ-8 может быть повышена в 2–3 раза (с 25 до 60–80 Вт). Это может быть достигнуто путем увеличения скорости прокачки в лазерном моду-

ле с 4 до 10–15 м/с, что приведет к снижению температуры газовой смеси и уменьшению оптических неоднородностей в 3–4 раза. Для полной компенсации оптического клина (дополнительного повышения мощности генерации) в лазерных модулях типа ЛМ (ЛМ-8, ЛМ-16) целесообразно использовать схему последовательного сложения излучения двух соседних лазерных каналов. Дальнейшее увеличение мощности генерации возможно с увеличением мощности накачки, что предполагается реализовать на реакторе ИКАР-500 (более чем в 10 раз).

В 2011 году впервые достигнута долговременная (20 месяцев) стабилизация температуры матрицы кристаллов спектрометра тепловых фотонов PHOS в коридоре $\pm 0,04$ °С, что позволило обеспечить высокую точность спектрометра (единственного в мире в данном энергетическом разрешении) для проведения уникальных измерений на самом мощном в мире ускорителе ЛИС-БАК – спектрометр полностью подготовлен к началу экспериментов на встречных пучках протонов и ионов при энергиях соударений до 7 ТэВ. Обеспечена стабильная, безотказная, контролируемая рабо-



Лазерный модуль ЛМ-8

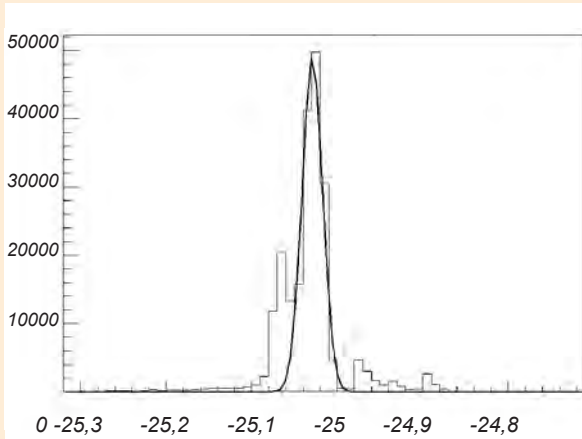


Мощность генерации лазерного канала: 1 – без окна Брюстера; 2 – с окном Брюстера; 3 – квазипульс реактора БИГР (отн. ед.)

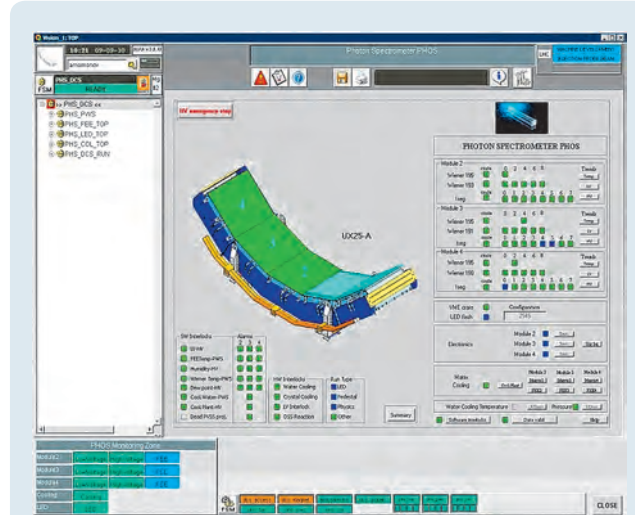
та системы управления верхнего уровня спектрометра PHOS в составе общей системы управления DCS/ALICE. Специалисты РЯЦ-ВНИИЭФ отработали 40 смен в качестве операторов систем консолей спектро-

метра PHOS, системы управления ALICE DCS, системы сбора данных и управления триггером ALICE DAQ+CTP, системы мониторинга качества поступающих данных и триггера высшего уровня ALICE DQM+HLT.

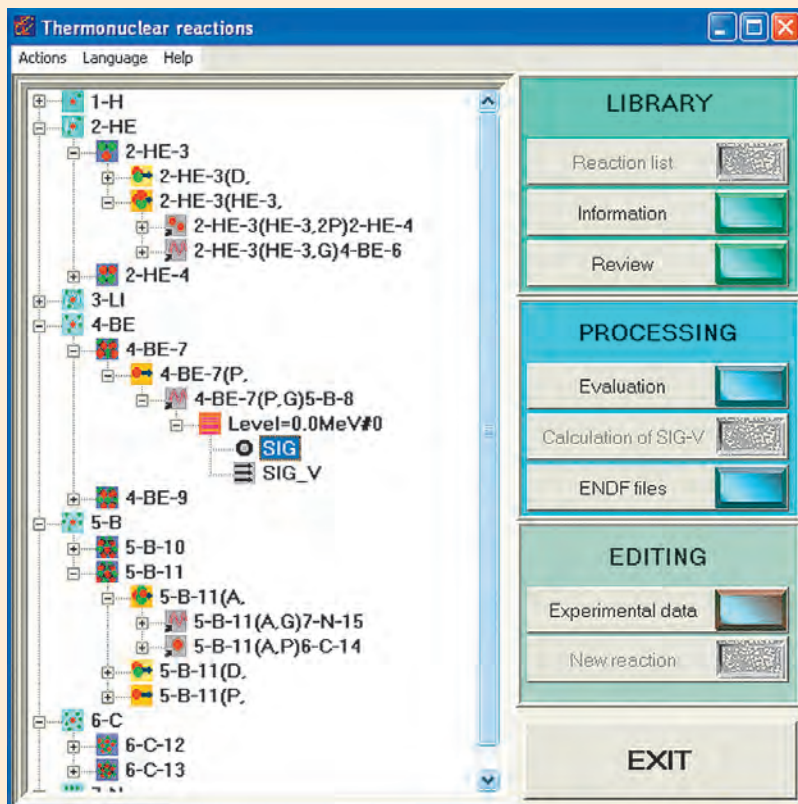
Разработана библиотека данных SaBa (Sarov-Base). «Библиотека оцененных и экспериментальных данных по реакциям на заряженных частицах для термоядерных приложений» содержит наиболее полную инфор-



Гистограмма разброса температуры на примере одного датчика, расположенного в матрице кристаллов модуля 2 спектрометра PHOS



Графический интерфейс пользователя ПО системы медленного контроля DCS/ALICE спектрометра PHOS



Главное окно библиотеки SaBa

мацию по данному направлению исследований. Она представляет собой итог многолетней исследовательской работы ядерно-физической лаборатории ИЯРФ. Данным, содержащимся в библиотеке, присвоена категория «Рекомендуемые справочные данные». В библиотеке представлены экспериментальные и оцененные значения интегральных и дифференциальных сечений ядерных реакций по взаимодействию p, d, t, ^3He , ^4He с ядрами $Z < 7$, а также значения скорости реакций. Используемый в библиотеке метод оценки основан на описании экспериментальных данных сплайн-функциями. Библиотека SaBa включает в себя не только обширный справочный материал, но и инструментарий, позволяющий пользователю проводить свою собственную оценку.