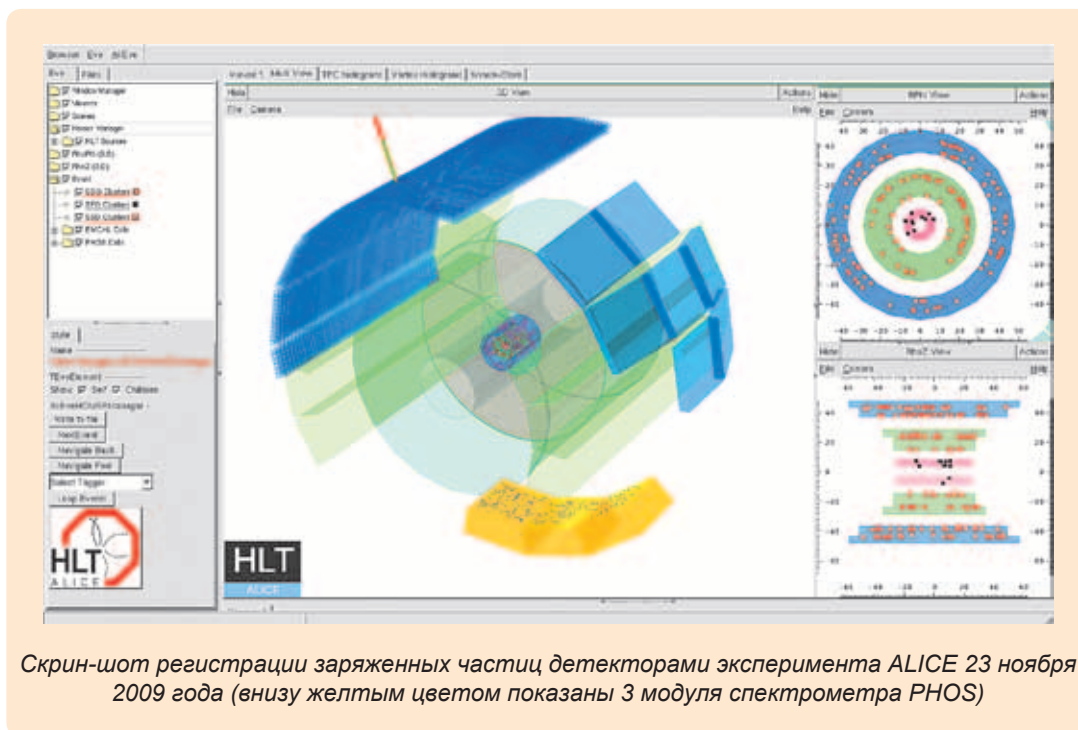


цо ускорителя БАК впервые произведена инжекция пучков протонов энергией 450 ГэВ, двигающихся в противоположных направлениях. Вечером того же дня детекторами экс-

перимента ALICE, в том числе и спектрометром PHOS, зафиксировано несколько сотен событий, возникших при соударении заряженных частиц, о чем сообщило руководство

ALICE/CERN на официальном сайте CERN (<https://www.cern.ch>, <http://aliceinfo.cern.ch/Public/en/Chapter1/news.html>).



Скрин-шот регистрации заряженных частиц детекторами эксперимента ALICE 23 ноября 2009 года (внизу желтым цветом показаны 3 модуля спектрометра PHOS)

## ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ИЛФИ)

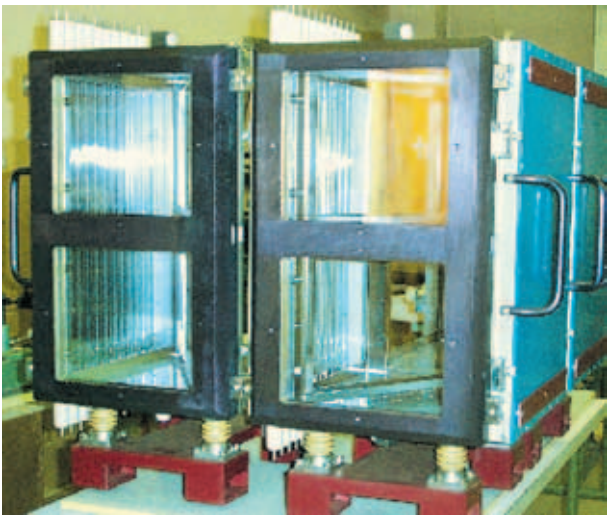
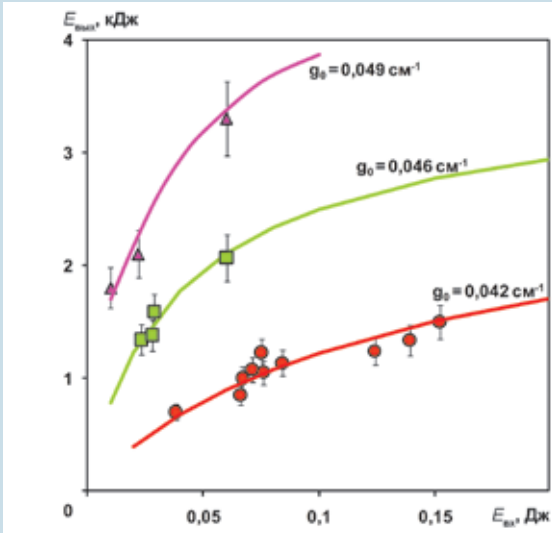
Одним из важнейших направлений деятельности ИЛФИ является развитие ключевых технологий, используемых при создании установки УФЛ-900. Прототипом модуля установки УФЛ-900 является запущенная в РФЯЦ-ВНИИЭФ в 2002 году четырехканальная неодимовая лазерная установка «Луч», предназначенная для отработки технических решений, используемых при создании установки УФЛ-900. На установке «Луч» используется четырехпроходная схема усиления в активных лазерных элементах (Nd пластины из стекла КГСС-0180 размером  $240 \times 470 \times 40$  мм). Четыре лазерных канала с размером пучка  $20 \times 20$  см каждый объединены в блоки ( $2 \times 2$ ) с единой системой накачки на

основе ксеноновых ламп, запитываемых от конденсаторной батареи емкостью 5 МДж. В экспериментах получен расчетно-ожидаемый коэффициент усиления  $5 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ . При этом энергия излучения с канала составляет 3,3 кДж на основной частоте и 2 кДж на второй гармонике при длительности лазерного импульса 2–4 нс.

Проведена отработка и оптимизация технических решений широкоапертурного ( $220 \times 220$  мм) адаптивного зеркала с блоком управления АЗ-БУ для коррекции волнового фронта импульсных мощных лазерных установок. В этой системе по сравнению с предыдущими образцами снижены статические ошибки в 4 раза, энергопотребление –

в 5 раз, габаритные размеры – в 2 раза, масса – в 2 раза. Оптимизация системы АЗ-БУ направлена на повышение точности и стабильности позиционирования оптической поверхности, эффективного динамического диапазона перемещений поверхности, частотных характеристик, надежности и ремонтопригодности системы при одновременном снижении ее массы, габаритов и себестоимости. Широкоапертурное адаптивное зеркало отработано на установке «Луч».

В схеме с широкоапертурным адаптивным зеркалом амплитуда суммарных аберраций волнового фронта на выходе установки составила 0,7 мкм, а среднеквадратическое отклонение от плоского волнового



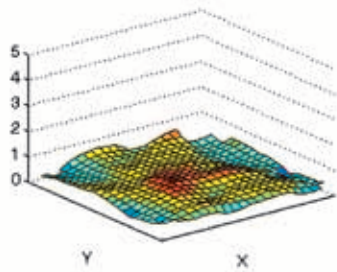
Параметры излучения установки «Луч»

фронта – 0,12 мкм. Полученное пятно в фокальной плоскости линзы с фокусным расстоянием  $F = 11$  м имеет размер меньше одного миллиметра и характеризуется наличием одного центрального максимума. При этом 80 % энергии излучения содержится в угле  $\theta \leq 9 \cdot 10^{-5}$  рад.

Экспериментально исследованы электрические и оптические характеристики широкоапертурной ( $100 \times 100$  мм) ячейки Поккельса с плазменными электродами. Длительность окна пропускания ячейки регулируется в пределах от 300 до 550 нс, длительность пе-

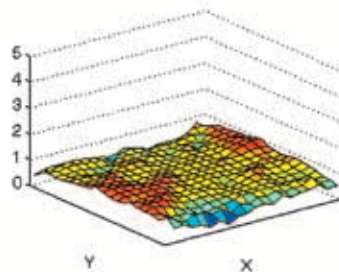
реднего фронта  $\sim 15$  нс, заднего  $\sim 40$  нс. Оптическая эффективность ячейки, характеризующая точность поворота ячейкой плоскости поляризации проходящего на нее лазерного излучения, не хуже 0,98. Введен в эксплуатацию модернизированный вариант реверсора установки

Малое адаптивное зеркало Ø 52 мм

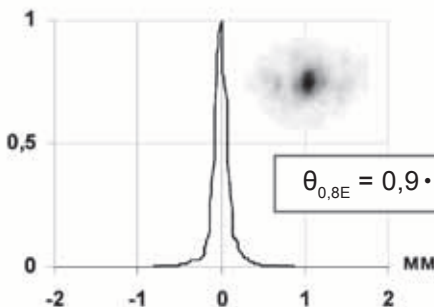
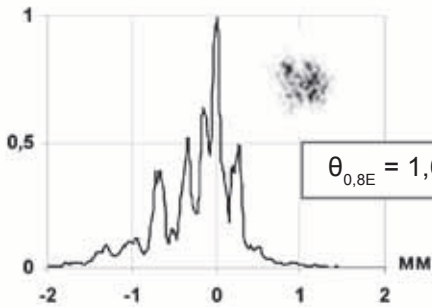


PV = 1,51 мкм,  
RMS = 0,19 мкм

Широкоапертурное зеркало 220 × 220 мм



PV = 0,68 мкм,  
RMS = 0,12 мкм



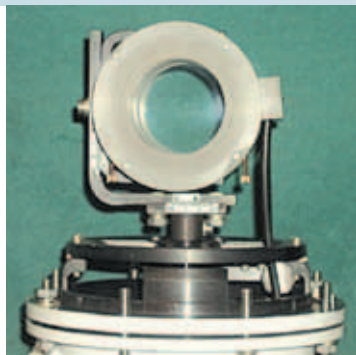
Характеристика малого и широкоапертурного адаптивных зеркал

«Луч», в состав которого входит данная ячейка, что позволило увеличить пропускание затвора реверсора в  $\sim 1,4$  раза. Разработан и изготовлен опытный образец ячейки Поккельса с плазменными электродами апертурой  $300 \times 300$  мм.

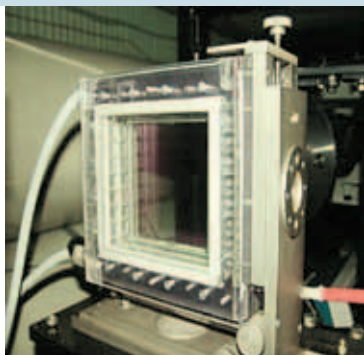
Система накопления и коммутации, предназначенная для обеспечения импульсной электрической энергией источников накачки силовых лазерных усилителей, является одной из основных составных частей установки УФЛ-900 и представ-

ляет собой конденсаторную батарею (КБ). Запасенная энергия (при 24 кВ) 267 МДж, зарядное напряжение 22–24 кВ, суммарный ток разряда 93 МА, время разряда 360 мкс, 320 модулей; энергия, запасенная в модуле (при 24 кВ), 835 кДж, 10 ламповых контуров на модуль, максимальный разрядный ток в ламповом контуре 29 кА, максимальный разрядный ток в модуле 290 кА. При разработке конструкции системы использован модульный принцип. КБ установки состоит из 320 унифицированных модулей. Каждый модуль имеет в качестве нагрузки три ламповые кассеты, накачивающие восемь активных элементов секции силового усилителя. Каждый модуль КБ соответствует одной секции усилителя. Такая структура батареи обеспечивает наибольшую гибкость при проведении различных экспериментов, а также профилактических и регламентных работ. В качестве принципиальной схемы основного разрядного контура использована схема, опробованная в КБ установки «Луч». Очевидным достоинством этой схемы является тот факт, что разрядные контуры каждой ламповой цепи фактически независимы друг от друга и при отказе в одном контуре разряд в остальных происходит штатным образом. В модуле КБ установки УФЛ-900 в качестве основного коммутирующего устройства использован полупроводниковый коммутатор типа КРД-25-300 на основе реверсивно включаемых динисторов (РВД). Технические характеристики коммутатора: рабочее напряжение  $\leq 30$  кВ, рабочий ток 250–300 кА, максимальный коммутируемый заряд в одном импульсе  $\geq 70$  Кл, коммутируемая энергия  $\geq 800$  кДж, срок службы – не менее 10 000 срабатываний.

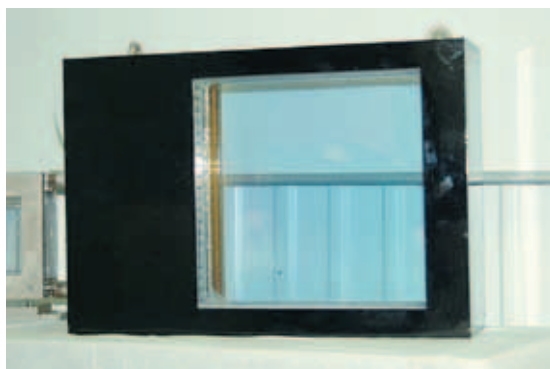
Для отработки системы импульсного питания установки создан ряд стендов. Стенд для



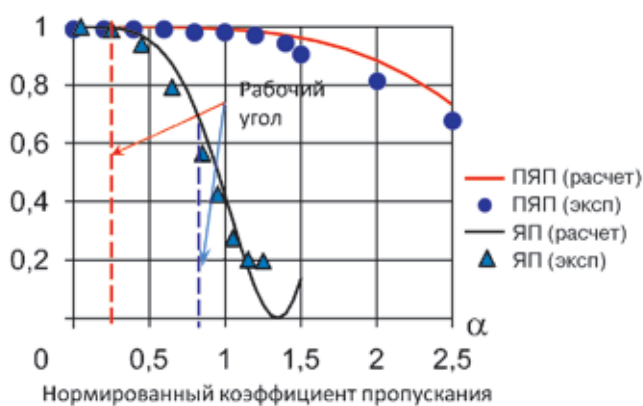
Классическая ячейка  
(рабочая апертура  $\varnothing 70$  мм)



Ячейка с плазменными электродами  
(рабочая апертура  $100 \times 100$  мм)



Ячейка с плазменными электродами  
(рабочая апертура  $300 \times 300$  мм)



- Уменьшены потери в оптическом тракте на  $\sim 40\%$
- Увеличены размеры пучка на ЯП с  $32 \times 32$  мм до  $80 \times 80$  мм (в 2,5 раза)
- Уменьшена интенсивность излучения на ЯП в 6 раз
- Уменьшен В-интеграл на реверсоре

Характеристики ячеек Поккельса

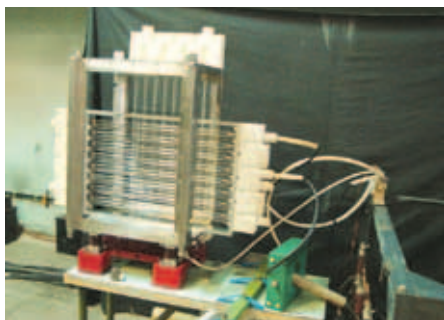


исследования электрических и световых характеристик ламп позволяет проводить калориметрические и спектральные измерения излучения ксеноновых ламп в различных режимах их работы. Рабочее напряжение  $\leq 30$  кВ. Нагрузка – секция

силового усилителя установки «Луч». Разработан модуль конденсаторной батареи с параметрами: рабочее напряжение  $\leq 25$  кВ, максимальный импульсный ток  $\leq 300$  кА, длительность импульса тока 360 мкс. Создан автоматизированный

стенд для входных испытаний конденсаторов с рабочим напряжением до 30 кВ. На стенде проводятся испытания конденсаторов в номинальном и аварийном режимах разряда. Запущен стенд входного контроля зарядных устройств.

**Стенд для исследования электрических и световых характеристик ламп**

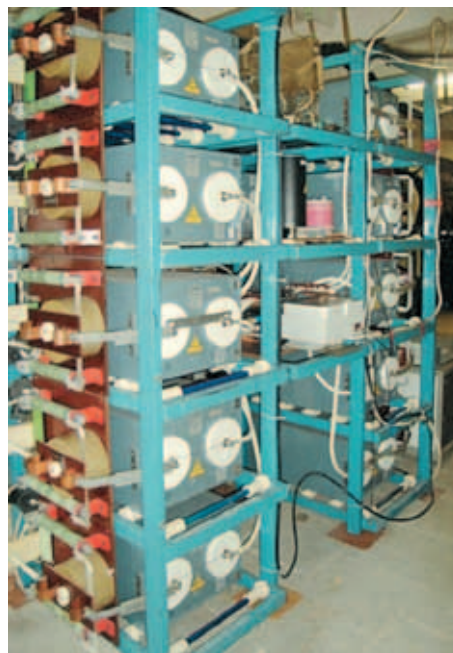


**Основные параметры стенда**

Рабочее напряжение – до 30 кВ

Нагрузка – секция силового усилителя установки «Луч»

**Стенд «Модуль КБ»**



**Основные параметры стенда**

Рабочее напряжение – до 25 кВ

Максимальный импульсный ток – до 300 кА

Длительность импульса тока – 360 мкс

**Стенд для испытания РВД и коммутаторов на их основе на предельный ток**



**Основные параметры стенда**

Рабочее напряжение – до 5 кВ

Максимальный импульсный ток – до 450 кА

Длительность импульса тока – 450 мкс

**Стенд входного контроля зарядных устройств**



**Основные параметры стенда**

Емкость – 3000 мкФ

Рабочее напряжение – до 25 кВ

Разряд – на балластные резисторы 5 кОм

Экспериментальные стенды для отработки системы импульсного питания установки УФЛ-900