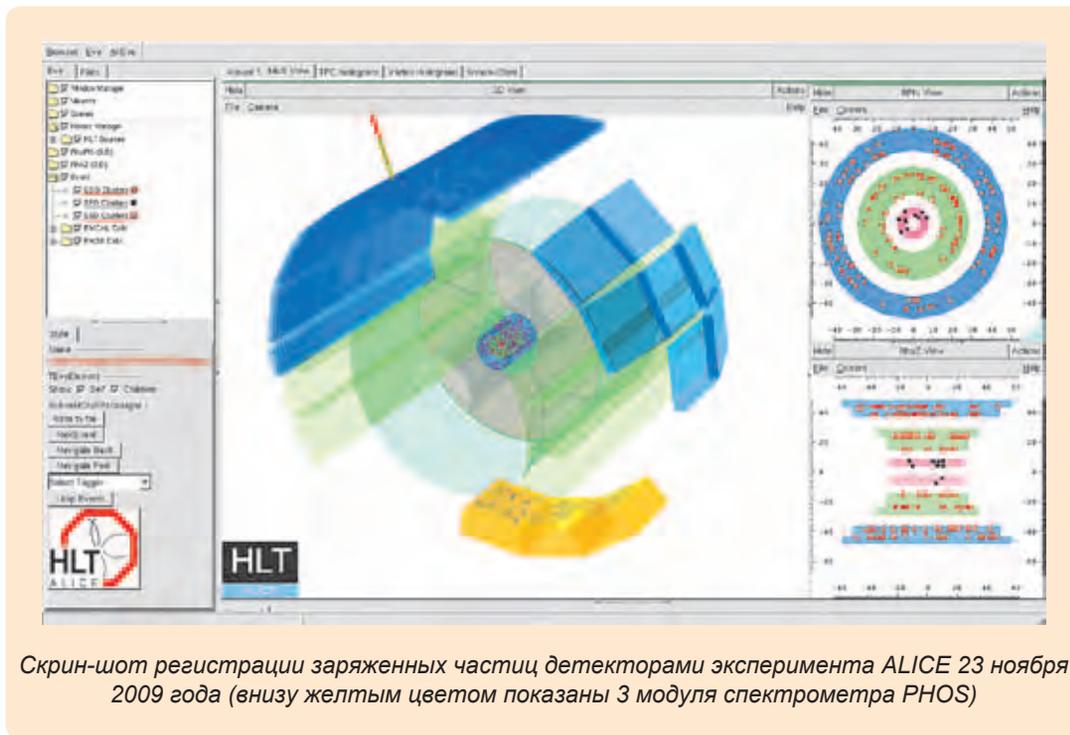


цо ускорителя БАК впервые произведена инжекция пучков протонов энергией 450 ГэВ, двигающихся в противоположных направлениях. Вечером того же дня детекторами экс-

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)

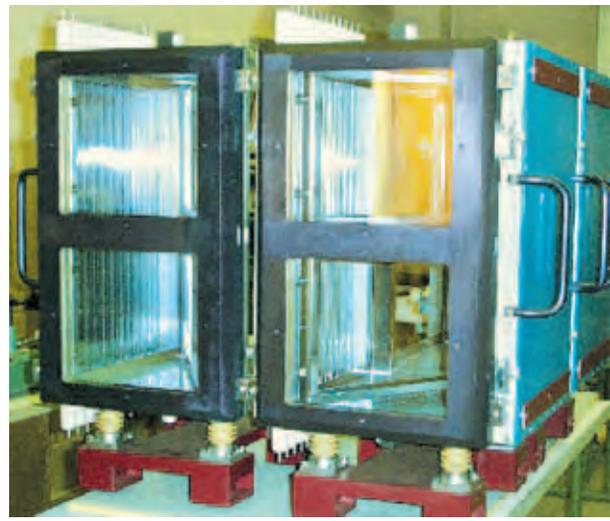
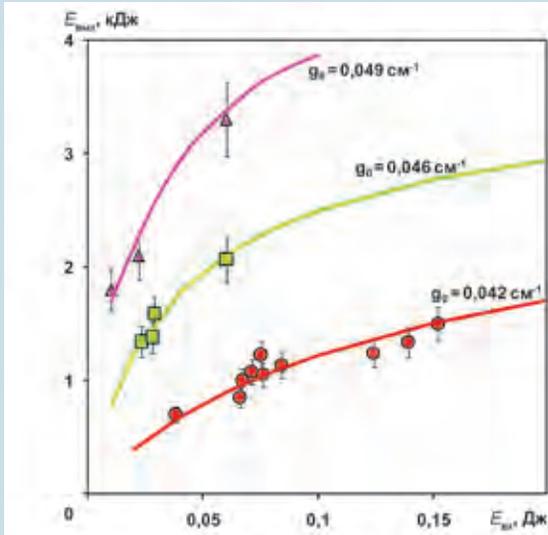
Одним из важнейших направлений деятельности ИЛФИ является развитие ключевых технологий, используемых при создании установки УФЛ-900. Прототипом модуля установки УФЛ-900 является запущенная в РФЯЦ-ВНИИЭФ в 2002 году четырехканальная неодимовая лазерная установка «Луч», предназначенная для отработки технических 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 20×20 см каждый объединены в блоки (2×2) с единой системой накачки на

основе ксеноновых ламп, запитываемых от конденсаторной батареи энергоемкостью 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 (220×220 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 ремонтпригодности системы при одновременном снижении ее массы, габаритов и себестоимости. Широкоапертурное адаптивное зеркало отработано на установке «Луч».

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



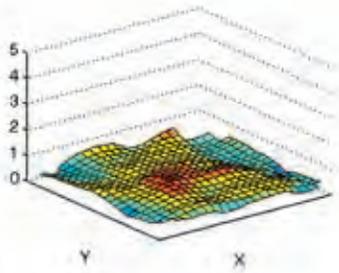
Параметры излучения установки «Луч»

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 (100×100 мм) ячейки Погкельса с плазменными электродами. Длительность окна пропускания ячейки регулируется в пределах от 300 до 550 нс, длительность пе-

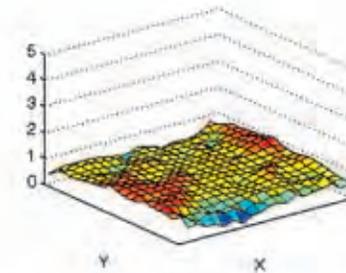
реднего фронта ~ 15 нс, заднего ~ 40 нс. Оптическая эффективность ячейки, характеризующая точность поворота ячейкой плоскости поляризации приходящего на нее лазерного излучения, не хуже 0,98. Введен в эксплуатацию модернизированный вариант реверсора установки

Малое адаптивное зеркало $\varnothing 52$ мм

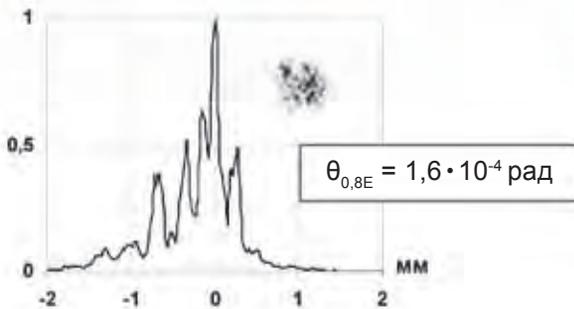


PV = 1,51 мкм,
RMS = 0,19 мкм

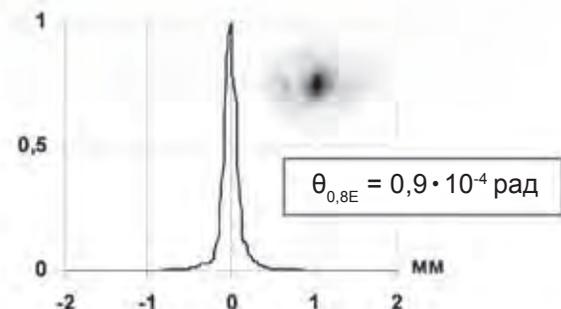
Широкоапертурное зеркало 220×220 мм



PV = 0,68 мкм,
RMS = 0,12 мкм



$\theta_{0,8E} = 1,6 \cdot 10^{-4}$ рад



$\theta_{0,8E} = 0,9 \cdot 10^{-4}$ рад

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 300×300 мм.

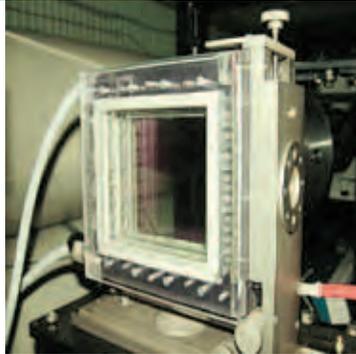
Система накопления и коммутации, предназначенная для обеспечения импульсной электрической энергией источников накачки силовых лазерных усилителей, является одной из основных составных частей установки УФЛ-900 и представ-

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 ≤ 30 кВ, рабочий ток 250–300 кА, максимальный коммутируемый заряд в одном импульсе ≥ 70 Кл, коммутируемая энергия ≥ 800 кДж, срок службы – не менее 10 000 срабатываний.

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



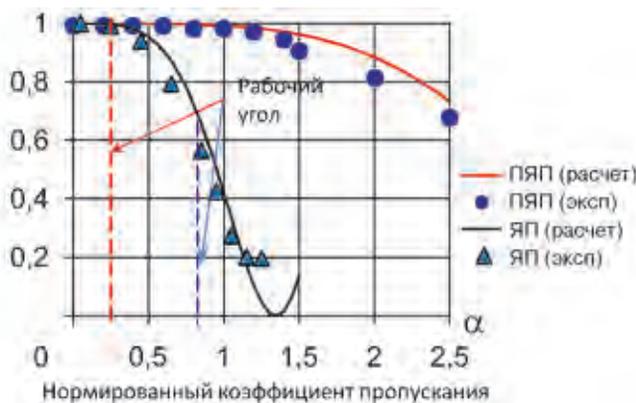
Классическая ячейка
(рабочая апертура $\varnothing 70$ мм)



Ячейка с плазменными электродами
(рабочая апертура 100×100 мм)



Ячейка с плазменными электродами
(рабочая апертура 300×300 мм)



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

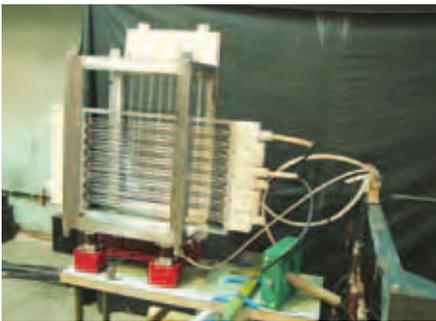
Характеристики ячеек Поккельса

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

силового усилителя установки «Луч». Разработан модуль конденсаторной батареи с параметрами: рабочее напряжение ≤ 25 кВ, максимальный импульсный ток ≤ 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