

Отзыв оппонента
на предложение продление проекта
«Прецизионная Лазерная Метрология для ускорителей
и детекторных комплексов»

Продлеваемый проект «Прецизионная Лазерная Метрология для ускорителей и детекторных комплексов» представляет собой необходимый следующий шаг в развитии арсенала метрологического инструментария нового поколения для крупномасштабных физических комплексов, таких, как ускорительно-детекторный комплекс LHC со спектрометрами ATLAS, CMS, ALISA. Подобная активность абсолютно необходима в современной физике высоких энергий, поскольку она направлена на увеличение точности коллайдерных экспериментов, расширение возможностей LHC, в частности, увеличение светимости.

В первой части продлеваемого проекта предлагается создание NETWORKа из шести Прецизионных Лазерных Инклинометров ОИЯИ для визуализации изменения ландшафта при прохождении поверхностных сейсмических волн. Подобная проблематика присутствует в научной литературе, что говорит об актуальности проблемы в физике. Переход к практической стороне дела является необходимым и закономерным этапом. Используя тот факт, что авторы хорошо продвинулись в области прецизионной инклинометрии, расширение использования Прецизионного Лазерного Инклинометра ОИЯИ в постановке ПРОЕКТА это шаг принципиального значения.

В второй части авторы предлагают дальнейшее развитие уже предложенного ранее Интерферометрического Измерителя Расстояний. Использование высокочастотной амплитудной модуляции в измерении расстояний, это давно применяемый «технический ход». Авторы предлагают создание именно интерферометра, который позволит уменьшить зависимость от параметров внешней среды. Подобная возможность крайне интересна с точки зрения уменьшения влияния качества настройки интерферометра на точность измерения. Авторы не приводят ожидаемую точность измерения предлагаемого устройства.

В третьей части исследована возможность создания Лазерной Реперной Линии в условиях новой Метрологической Лаборатории ЛЯП. В этой части проекта используется мультиплицирование оптического пути с шагом 22м. Авторы подчёркивают, что это необходимо для методических НИОКР по определению характеристик ЛРЛ в условиях сейсмоизоляции компонентов ЛРЛ. Хочется посоветовать авторам провести также исследования на полной длине, тем более что подобная возможность в условиях ОИЯИ имеется.

Во четвёртой части проекта авторы предлагают создание на основе ПЛИ ОИЯИ *сейсмоизолированной по углу исследовательской платформы*. Действительно, используя систему обратной связи на пьезоэлектрический

привод, можно стабилизировать поверхность исследовательской платформы относительно угловых колебаний. В подтверждение осуществимости этой части проекта назову существование адаптивной системы, корректирующей поверхность зеркала больших телескопов.

Добавлю, впрочем, что помимо угловых колебаний существуют ещё сдвиговые смещения поверхности Земли в плоскости и по высоте. Для более полной системы сейсмической стабилизации требуется учёт ещё и этих движений. Но поскольку угловые колебания не были учтены до создания Прецизионного Лазерного Инклинометра ОИЯИ, то предложение авторов, бесспорно, важно и интересно в физико-техническом плане.

Авторы указывают на основную цель производимых работ: создание роботизированного метрологического комплекса. Мне представляется, что подобный комплекс будет крайне полезен для Дубненского коллайдера НИКА

В связи с вышеизложенным поддерживаю продление проекта как исследования первого приоритета в ПТП ОИЯИ на 2019-2021гг.

«13» марта_2018г.

Глав. н. с. ЛФВЭ Никитин В.А.



(ФИО)

Отзыв на продление проекта «Прецизионная Лазерная Метрология для ускорителей и детекторных комплексов»

При разработке и создании лазерного измерительного комплекса, предназначенного для метрологического сопровождения современных ускорителей-коллайдеров и крупномасштабных детекторных комплексов, авторы проекта добились рекордных параметров для всех компонентов комплекса. Опираясь на достигнутые успехи, они предлагают продлить проект с целью создания пространственно-распределённой геодезической сети из шести Прецизионных Лазерных Инклинометров в зоне размещения ЛНС. Получаемые при этом данные о деформации земной поверхности с точностью $2.4 \cdot 10^{-11}$ рад/Гц^{1/2} в диапазоне частот (10^{-6} – 4) Гц планируется использовать в системе контроля обратной связи для онлайн-корректировки рабочих параметров коллайдера и стабилизации пространственного положения фокусов пучков в зоне столкновения.

Актуальность проблемы сейсмозащиты коллайдера ЛНС и детекторных систем связана с постоянным наличием сейсмической активности в различных районах Земли. Распространение сейсмической волны деформирует поверхность Земли, что может привести к искажению траектории пучков частиц и расхождению положения фокусов в зоне столкновения в коллайдере.

Для решения непростой проблемы максимального ослабления инерционных сейсмических нагрузок на оборудование измерительного комплекса авторы предлагают создать сейсмоизолированную от угловых колебаний поверхности Земли исследовательскую платформу. В проекте предусматривается создание её лабораторного прототипа совместно с Прецизионным Лазерным Инклинометром. Следует заметить, что конструкция крепления платформы должна исключить резонанс от сейсмического воздействия на платформу.

Авторы убедительно обосновывают необходимость в такой платформе, а также заинтересованности в ней научного сообщества. Для поиска решения данной проблемы, по моим сведениям, на осень этого года планируется проведение первого международного совещания (в Италии или Англии).

Исследования, выполненные с лабораторным прототипом, могут быть использованы для сейсмоизоляции Большого Адронного Коллайдера и спектрометрического комплекса ATLAS, где требуется высокоточное воспроизведение пространственного расположения составляющих их элементов.

При условии успешного решения авторами поставленных в проекте задач ОИЯИ, безусловно, станет «обладателем» новой ключевой технологии, позволяющей проводить физические эксперименты на принципиально новом уровне. Кроме того, их практическая реализация позволит повысить чувствительность экспериментов на встречных пучках и придаст научным исследованиям новое качество, приблизив значения экспериментальных результатов к их истинным величинам.

Во второй части проекта рассматриваются работы по завершению создания Интерферометрического Измерителя Расстояний и Лазерной Реперной Линии. Выполнение этих работ авторы проекта связывают с введением в действие Метрологической Лаборатории ЛЯП.

С помощью Лазерного Интерферометра в весьма широком диапазоне можно будет измерить всё, что влияет на оптическую длину измерительного плеча: линейные перемещения, скорости, ускорения и т.д. Интерферометр планируется использовать для прецизионной связи координатных систем двух ускорителей ЛНС, разделенных экспериментальной установкой ATLAS. Высокая стабильность Интерферометра позволит проводить долговременный контроль в реальном времени на длине 16 метров с точностью 10 мкм.

В третьей части проекта авторы предлагают новый способ измерения расстояний с использованием высокочастотной амплитудной модуляции лазерного излучения. Сам по себе этот метод достоин патента, поскольку значительно упрощает процедуру измерения расстояния при сохранении независимости измерения от состояния внешней среды. Но следует заметить, что возникают при этом трудности, связанные с работой электроники в гигагерцовой области (модулирование мощности лазерного излучения и обработка сигналов операционными усилителями).

С вводом в действие Метрологической Лаборатории ЛЯП авторы проекта планируют приступить к исследованиям по Лазерной Реперной Линии, которые будут проводиться в несколько этапов для линий длиной 20, 60 и 130 метров. При ограниченной длине Лаборатории (23 м) длины 60 и 130 м можно обеспечить только с помощью отражающих призм.

Заметим, что всё-таки целесообразно сделать прототип Лазерной Реперной Линии на полной длине в максимально реалистических условиях. Это существенно упростит конструкцию вакуумированной системы и повысит её надёжность. Тем более, для этого уже есть «длинное помещение», недавно перешедшее на баланс ЛЯП от ИБР30. При этом в качестве методологической проработки, безусловно, необходимы исследования ЛРЛ в Метрологической Лаборатории ЛЯП.

Таким образом, в силу упомянутых выше достижений авторов, связанных с Прецизионным Лазерным Инклинометром ЛЯП ОИЯИ, я считаю необходимым одобрить продление проекта «Прецизионная Лазерная Метрология для ускорителей и детекторных комплексов» с присвоением первого приоритета в Проблемно-тематическом плане ОИЯИ на 2019-2021гг..

« » _____ 2018 г.

Залиханов Б.Ж.