

ОТЗЫВ

на диссертацию в виде научного доклада Мухина Ивана Борисовича
"Оптимизация и применение иттербиевых лазеров для формирования фемтосекундного
излучения с высокой пиковой и средней мощностью",
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.3.19 – лазерная физика

Твердотельные лазеры – наиболее распространённый и быстро развивающийся тип лазеров в настоящее время. Это, с одной стороны, системы с большой энергией импульса и низкой частотой работы, с другой стороны, лазеры с высокой средней мощностью, непрерывные или квазинепрерывные. В свою очередь, выделяют несколько вариантов импульсно-периодических систем – по характерной частоте следования и длительности импульсов, по их энергии и пиковой мощности.

Если для построения мощных непрерывных лазеров существует отработанная оптоволоконная технология, то создание импульсных лазерных систем с высокой средней мощностью – намного более сложная задача, поскольку в этом случае требуется использование широкоапертурных дисковых усилителей, что порождает ряд проблем, связанных с охлаждением активной среды, термонаведёнными искажениями волнового фронта и деполяризацией. Для решения проблем необходимо использование активной среды с высокой теплопроводностью (кристаллических или керамических) и с малым квантовым дефектом, активного охлаждения и диодной накачки. Поскольку стоимость диодной накачки высока, применяются активные среды с большим временем затухания люминесценции.

Наиболее подходящим по совокупности свойств материалом для лазера с высокой средней мощностью является Yb:YAG. Этот кристалл имеет высокую теплопроводность, лучевую и механическую прочность, малый квантовый дефект, относительно большое время жизни возбуждённого состояния (0,95 мс), меньшую нелинейность, чем другие оксидные кристаллы. Из-за квазитрёхуровневой схемы генерации для повышения эффективности накачки часто применяют охлаждение до температур 80-200 К. При охлаждении также улучшаются важные свойства активной среды: увеличивается сечение вынужденного излучения, в несколько раз увеличивается теплопроводность, уменьшаются коэффициент теплового расширения и зависимость показателя преломления от температуры. Одно из основных преимуществ Yb:YAG перед другими кристаллами – наличие серийного производства широкоапертурных активных элементов в виде лазерной керамики.

Диссертация Мухина И.Б. посвящена исследованию, разработке и созданию именно иттербиевых лазеров с высокой пиковой и средней мощностью, а также их применению для генерации и усиления фемтосекундного излучения. Работу отличает комплексный подход, в основе которого: обоснование выбора активной среды, исследования ее оптических и лазерных свойств, оптимизация геометрии лазерных дисковых элементов и параметров дискового усилителя в целом, в том числе и с

криогенным охлаждением. Важной составляющей работы являются результаты применения иттербиевых лазеров для формирования и усиления фемтосекундных импульсов. Продемонстрирована возможность формирования ультракоротких импульсов с помощью нелинейного параметрического преобразования излучения. В результате проведенного комплекса работ создана стартовая система лазерного комплекса PEARL, существенно улучшившая характеристики и стабильность излучения комплекса и предложен дизайн стартовой системы для проектируемой установки XCELS класса мега-сайенс.

Работу Мухина И.Б. отличает последовательность и логичность изложения результатов проведенных исследований, что позволяет сделать вывод об их законченности и полноте, целесообразности и практической значимости полученных результатов. Положения, выносимые на защиту, верно отражают суть диссертационной работы. Диссертационная работа Мухина И.Б. является законченной научной работой, в которой решена актуальная научная проблема в области физики лазеров и их применений для формирования импульсного излучения с высокой пиковой и средней мощностью, имеющая принципиальное значение для создания новой отечественной лазерной техники.

Тема диссертации соответствует специальности 1.3.19 «Лазерная физика». Основные результаты диссертации опубликованы в 31 статье за последние 10 лет в рецензируемых журналах, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science, а также доложены на различных международных конференциях.

Диссертационная работа Мухина И.Б. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, защищаемым в виде научного доклада, а ее автор Мухин Иван Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Начальник научно-исследовательского отдела
Института лазерно-физических исследований
Федерального государственного унитарного предприятия
«Российский Федеральный ядерный центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной физики»,
кандидат физ.-мат. наук

В.Н. Деркач

607190, г. Саров Нижегородской обл., пр-т Мира, 37,
телефон: 8-83130-20409, e-mail: vnderkach@otd13.vniief.ru

Достоверность подписи Деркача В.Н. заверяю:

Ученый секретарь ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ,
кандидат физ.-мат. наук



А.О. Бликов