

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертанте Гайнове Владимире Владимировиче, подготовившем диссертацию по теме «Оптическая интерферометрия кварцевого волоконного световода легированного редкоземельными ионами в условиях генерации лазерного излучения» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 «Лазерная физика»

Гайнов Владимир Владимирович работает под моим руководством с 2005-го года. В 2008-м году он защитил магистерскую диссертацию на кафедре фотоники (базовая организация – НТО «ИРЭ-Полюс») факультета физической и квантовой электроники Московского физико-технического института (государственного университета). С 2006-го по 2010-й год Гайнов В.В. работал в должности инженера в отделе исследований и разработок НТО «ИРЭ-Полюс», а в течение 2011 года – в должности младшего научного сотрудника непосредственно на базовой кафедре, где им был подготовлен и прочитан лекционный курс «Основы физики твердотельных и волоконных лазеров». С 2011-го года он работает инженером в лаборатории исследований материалов для квантовой электроники (лаб. № 228) Фрязинского филиала Института Радиотехники и Электроники им. В.А. Котельникова РАН.

К моменту начала работы по данному направлению в 2005 г. выходная мощность одномодовых волоконных лазеров достигла мощности несколько сотен ватт, что обусловило их широкое внедрение в промышленности и медицине в связи со значительными технологическими преимуществами по сравнению с объёмными твердотельными и газовыми лазерами. Вместе с тем, в связи с уникальностью геометрических параметров активной среды волоконного лазера не существовало экспериментальных методов диагностики её состояния при высокой плотности мощности генерируемого излучения, достигающей в сердцевине волокна значений порядка нескольких ГВт/см².

Гайнову В.В. было предложено разработать методологию измерения температуры сердцевины активного световода и исследования тепловых эффектов в условиях лазерной генерации с использованием волоконного интерферометра, в одно из плеч которого помещена активная среда волоконного лазера с резонатором Фабри-Перо. При типичных длинах активных световодов до 10 м чрезвычайно высокая чувствительность интерферометра к внешним акустическим и тепловым воздействиям не позволяет однозначно восстанавливать тепловую разность фаз по временной интерференционной картине в связи с высоким уровнем флуктуаций. В.В. Гайновым был разработан экспериментальный стенд, обеспечивавший монотонное изменение температуры, что позволило реализовать на практике интерферометрический метод и впервые произвести измерения температуры активного волокна работающего лазера. Уже эти первые измерения позволили оценить параметры тепловой модели, используемой для численного анализа распределения температуры, которые ранее в литературе не имели никакой экспериментальной проверки.

В связи с указанным выбором экспериментального метода также необходимо было учесть влияние других механизмов, помимо теплового, приводящих к изменению показателя преломления активного световода при оптической накачке. Одним из основных является т.н. электронный механизм, также получивший в литературе название резонансной нелинейности показателя

преломления. В 2008 г. В. Гайновым на основе кинетического варианта интерференционной методики была решена физически важная задача экспериментального разделения количественного вклада электронного и теплового механизмов в общее изменение показателя преломления при оптической накачке, чем обоснована применимость интерференционной методики для измерения температура активного волокна в условиях генерации. При этом также впервые произведена экспериментальная оценка неоднородности поперечного распределения температуры световода.

Впоследствии В. Гайновым была предложена универсальная относительно условий теплоотвода реализация интерферометрического метода на основе раздельной амплитудной и фазовой модуляций зондирующего излучения и последующим синхронным детектированием. С помощью данного метода была определена, в частности, функциональная зависимость эффективного коэффициента теплообмена от разности температур волокна и окружающей среды.

Следует также отметить, что большая часть измерений выполнена, как для иттербиевых, так и для иттербий-эрбиевых активных световодов – наиболее распространённых для применения в мощных волоконных лазерах.

В. Гайновым было продемонстрировано владение численными методами анализа тепловых и фоторефрактивных эффектов в волоконных лазерах на основе нестационарного уравнения теплопроводности и скоростных уравнений. Математическое моделирование, выполненное В. Гайновым, показало, в частности, что для типичных в технологии активных волокон значений коэффициента нерезонансных пассивных потерь, они могут являться одним из основных источников разогрева световода наряду с разменом энергий квантов излучений накачки и лазерной генерации.

Хочется подчеркнуть, что В. Гайновым самостоятельно было предложено применение интерференционного метода для исследования кинетики безызлучательной релаксации и переноса электронного возбуждения в активных средах твердотельных лазерах.

Диссертационная работа представляет собой законченное исследование. Получены оригинальные результаты, которые были опубликованы в 14 совместных со мной печатных работах (из них 5 в рецензируемых журналах с высоким индексом цитирования) и доложены на 11 международных конференциях, где получили положительные отзывы. Диссертация Гайнова В.В. удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам Гайнов В.В. безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 «Лазерная физика».

Научный руководитель:

зав. лабораторией 228 ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
к. ф.-м. н. Рябушкин Олег Алексеевич

Подпись Рябушкина О.А. заверяю.

Ученый секретарь ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
д. ф.-м. н. Чучева Галина Викторовна



10.06.2016