

ОТЗЫВ

Научного руководителя на диссертацию Скрябина Николая Николаевича
«Элементы линейно-оптических квантовых вычислений на основе
интегрально-оптических чипов», представленной на соискание учёной
степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Скрябин Николай Николаевич пришел в лабораторию квантовых оптических технологий после 1 курса аспирантуры. Как раз тогда начинался проект по фотонным квантовым вычислениям Фонда перспективных исследований, а также началась работа Центра квантовых технологий в рамках Национальной технологической инициативы. В то время в лаборатории уже была запущена технология фемтосекундной лазерной печати волноводов, на основе которой планировалось разрабатывать интегрально-оптические чипы для большинства проектов. Николай уже имел опыт работы с этой технологией, так что сразу занялся задачами по этой теме. Однако, не ограничиваясь только этим, благодаря старательности и проявлению интереса, а также появлению новых проектов, он начал участвовать в других задачах и осваивать совершенно новые для себя темы, как квантовая оптика и линейно-оптические квантовые вычисления. Именно эти результаты, полученные в рамках нескольких проектов, вошли в диссертационную работу.

Современный уровень проводимых экспериментов накладывал высокие требования к уровню фундаментальной подготовки – требовались знания в нескольких областях физики от оптики до квантовой механики и статистической физики. Также предъявлялись высокие требования к качеству разрабатываемых интегрально-оптических чипов, что влекло к усложнению экспериментальных установок, а также неизбежно приводило к увеличению процесса получения результатов. Некоторые эксперименты приходилось по многу раз переделывать, на них были потрачены годы и не всегда удавалось быстро опубликовать результаты. Например, разработанный ранее режим

печати волноводов из-за высоких оптических потерь не позволил провести многофотонный эксперимент, и как следствие, Николаем был разработан принципиально новый режим с крайне низкими потерями. В дополнении, в рамках совместного со специалистами из Института спектроскопии РАН проекта Российского научного фонда Николай разработал другой режим печати волноводов для топологической фотоники, на основе которого было опубликовано более 15 экспериментальных работ в ведущих научных журналах (Physical Review Letters, Nanophotonics, Laser & Photonics Reviews, Письма в ЖЭТФ, ACS Photonics, Light: Science & Applications, Science Bulletin, Advanced Materials, Communications Physics), которые не вошли в диссертационную работу. Более того, развитая в нашей лаборатории технология лазерной печати вызывает интерес и у других научных организаций, что также приводит к дополнительной деятельности, не относящейся к диссертационной работе. Так же Николай участвовал в совместных работах по разработке и характеристике элементов в интегральных чипах из нитрида кремния, которые не всегда доходили до публикаций. Но не смотря на вышеперечисленные обстоятельства, Николай тем не менее смог оформить и представить диссертацию.

Диссертация Скрыбина Н.Н. посвящена разработке технологии фемтосекундной лазерной печати для создания интегрально-оптических чипов и демонстрации работы элементов линейно-оптических квантовых вычислений на их основе. Также он теоретически рассмотрел архитектуру многоканального интерферометра на основе решеток связанных волноводов на предмет реализации различных линейно-оптических преобразований. Эти задачи изложены в четырех оригинальных главах диссертационной работы, а литературный обзор и методы исследования вынесены в отдельные главы, которые хорошо структурированы и подробно описаны.

Работы выполнялись в Центре квантовых технологий физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Актуальность работы определяется потребностью перехода от объемно-оптических стендов к программируемым интегрально-оптическим чипам в фотонных квантовых вычислениях для повышения точности, стабильности и повторяемости экспериментов.

Как уже отмечалось выше, для решения ряда задач, выполненных Скрыбиным Н.Н., необходимы были глубокие знания в ряде областей физики: лазерной физики, интегральной и волоконной оптики, квантовой и нелинейной оптики, а также квантовых вычислений. В рамках разработки режима лазерной печати волноводов Николаем была модернизирована существующая установка, а также собрана и запущено несколько новых. Для характеристики разрабатываемых волноводов и чипов были собраны различные диагностические стенды. При проведении полноценных экспериментов по фотонным квантовым вычислениям Николай научился работать как с источниками одиночных фотонов на основе спонтанного параметрического рассеяния и квантовой точки, так и с процедурой регистрации фотонов на детекторах, а также вник в основы линейно-оптических квантовых вычислений. Всё вышеперечисленное требует как теоретических знаний, так и навыков работы с различными лазерными устройствами. А с недавнего времени Николай начал заниматься ещё и корпусированием программируемых интерферометров на основе разработанных им интегрально-оптических чипов, что требует определенных навыков в области электроники и инженерии. Также Николай руководит студентами, аспирантами и инженерами. Таким образом, высокая квалификация Скрыбина Н.Н. не вызывает сомнений.

Результаты диссертационной работы опубликованы в высокорейтинговых научных журналах по оптике (Optics Express, Applied Physics Letters, Physical Review Applied, Optica Quantum и др.) и докладывались в различных международных и всероссийских конференциях (International Conference on Laser Optics, European Conference on Integrated Optics, Nonlinear Optics, International Conference on Quantum Technologies и др.). Разработанная

технология лазерной печати волноводов с низкими потерями сейчас в лаборатории является ключевой, на основе неё изготовлено множество других интегрально-оптических чипов. Здесь стоит отметить, что на данный момент диапазон поддерживаемых волноводами длин волн сильно расширен и составляет от 400 нм до 1550 нм. Как отмечалось выше, данная технология успешно применяется и в других областях, интерес проявляют многие другие научные и даже коммерческие организации. Собранные Николаем установки востребованы, постоянно модифицируются и продолжают использоваться в других задачах и проектах.

В целом, я считаю, что Скрябин Николай Николаевич является высококвалифицированным специалистом в области лазерной физики, интегральной и квантовой оптике. Я, без сомнения, рекомендую диссертацию Скрябина Н.Н. к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Профессор кафедры квантовой электроники,
научный руководитель Центра квантовых технологий
физического факультета МГУ,
доктор физ.-мат. наук

С.П. Кулик

Подпись С.П. Кулика заверяю

Ученый секретарь Ученого совета,
Профессор

С.Ю. Стремоухов