

РАБОТЫ ПО ЛАЗЕРНОЙ ОПТИКЕ



Юрий Владимирович ТРОИЦКИЙ
 Ветеран ИАиЭ,
 Заслуженный деятель науки России,
 доктор технических наук, профессор,
 три десятилетия возглавлявший научную
 лабораторию лазерной оптики

До прихода в ИАиЭ в 1969 г. я был заведующим лабораторией в ИФП и занимался оптическими квантовыми генераторами с момента их появления. К тому времени интерес к лазерам во всех институтах Академ-городка стал огромным. На первых порах наибольшего успеха добился существовавший тогда в Сибирском отделении Институт радиофизики и электроники, где директором был Ю.Б.Румер. В ИАиЭ этим сначала занялся И.И. Капралов, но не смог поставить дело на достаточно широкую основу. Ситуация резко изменилась после того, как директором ИАиЭ стал Ю.Е.Нестерихин. Был приглашен В.П.Коронкевич, который имел большой опыт разработки лазерных измерителей перемещений с очень высокими, по тем временам, техническими характеристиками. Начались попытки использовать лазеры в компьютерной технике, голографии, виброметрии, доплеровских системах и т. п. Все это привело к осознанию необходимости развивать более широкие исследования не только в приложениях, но и в собственно лазерной физике и технике. В ИАиЭ я поступил сначала на должность старшего научного сотрудника, а затем, после защиты в

1972 г. докторской диссертации, стал заведовать лабораторией оптики лазеров (это название условное, так как официальное название менялось в ходе различных реорганизаций). Существенное значение для непрерывности начатых ранее исследований имело согласие директора ИФП А.В.Ржанова на передачу в ИАиЭ некоторого использованного мной оборудования. Ю.Е.Нестерихин, со своей стороны, оказал очень большую помощь в организации участка вакуумного напыления и вообще в поддержке всей работы, особенно вначале.

Резкое изменение научного направления Института, которое я считаю оправданным, вызвало заметные кадровые затруднения. Ряд высококвалифицированных сотрудников уволился, а пришедшая им на смену способная научная молодежь еще недостаточно себя проявила и не "остепенилась". Дошло до того, что, если мне память не изменяет, в Институте в течение какого-то времени было всего три доктора наук: Ю.Е. Нестерихин, М.Б. Штарк и я. Не было возможности организовать самостоятельный диссертационный совет. Нам пришлось стать членами "чужих" советов, чтобы создать какую-то базу для первых защит сотрудников ИАиЭ. Лично я попал в советы при ВЦ и ИФП и, кроме того, в члены Объединенного совета Сибирского отделения по физико-техническим наукам. Не скажу, что я всему этому был очень рад. Мне поручили также начальный подбор состава, переговоры и пр. для «своего» Совета, но потом передали это поручение другим людям.

Сказанным выше исчерпывается "личная" сторона моей работы в ИАиЭ, если не считать всяких мелочей. Гораздо важнее, в масштабах всей жизни каждого человека, профессиональная, в данном случае - научная сторона. Избранное мной направление относилось к лазерной оптике и разделялось на следующие части: оптические резонаторы, управление характеристиками лазерного излучения, отражательная многолучевая интерферометрия, оптика тонких пленок. Кроме того, исследовались некоторые вопросы физики газовых лазеров и оптических измерений. Наибольшая по объему часть была посвящена решению проблемы так называемой селекции мод в лазерах. Известно, что в отличие от обычных радиотехнических генераторов в первых лазе-

рах генерация происходила на нескольких дискретных частотах, которые соответствовали разным модам резонатора. Это создавало большие трудности, особенно в "высокотехнических" применениях, и привело к появлению ряда работ, нацеленных на разработку методов получения одночастотной генерации. Одним из самых простых и эффективных оказался предложенный нами "метод поглощающей пленки", при котором в лазерный резонатор стоячей волны вставляется тонкая (десятки ангстрем) металлическая пленка. В возникновении этой идеи в 1963 г., наверно, сыграло роль мое радиофизическое «прошлое» (о чем несколько слов в конце настоящей заметки). Этот метод был исследован (нами и другими), получил признание, описан во многих книгах и обзорах (в том числе за рубежом) и применяется в разных лазерах и диапазонах длин волн. Если мощность лазера велика, то может оказаться полезным другой наш метод селекции мод, при котором вместо поглощающей пленки используется специально рассчитанная дифракционная структура. Этот способ тоже был хорошо исследован теоретически и экспериментально, в том числе совместно с сотрудниками ФИАН им. П.Н. Лебедева. Результаты были опубликованы в виде отдельного тома "Трудов ФИАН". Был также предложен еще один метод селекции - при помощи тонкослойного поляризатора, и смешанный метод - "дифракционно-поляризационный".

Был выполнен большой цикл работ, нацеленных на управление поперечным распределением интенсивности в лазерных световых пучках путем использования в лазере зеркал, характеристики которых зависят от координат. Было придумано, как сделать фазу отражения одинаковой по всей поверхности зеркала. Благодаря этому дифракционные потери в лазере почти не возрастают и мощность лазерного излучения практически не снижается. Разные варианты реализации этого метода описаны примерно в 20 статьях, защищены две кандидатские диссертации. В настоящее время, к сожалению, работа прервалась из-за увольнения последнего ее исполнителя - Ю.Э.Матизена.

В некоторых приложениях возникает задача - получать линейно поляризованное излучение от лазеров с изотропными резонаторами, которые в обычных условиях генерируют свет неопределенной поляризации. Решением задачи является создание лазерных зеркал, которые при нормальном падении света имеют разные коэффициенты отражения для двух поляриза-

ций; при этом потери света должны быть малы. Эта задача была решена путем конструирования сложных зеркал, которые состояли из одного или двух однородных диэлектрических многослойников, к которым добавлялся тонкий анизотропный слой в виде дифракционной решетки, слоя с гофрированными границами (предложение В.Н.Бельтюгова), а также анизотропных металлической или диэлектрической пленок, изготовленных методом наклонного напыления в вакууме. Таким путем можно получить не очень большую разность коэффициентов отражения, но, если учесть дополнительную дискриминацию из-за нелинейных свойств активной среды лазера, этого достаточно. Одновременно с этим было разработано и частично исследовано поляризационное устройство более общего назначения (не обязательно для лазеров), названное дифракционным поляризатором. Оно представляет собой дифракционную структуру, образованную плоскими элементами из анизотропного диэлектрика. Используется нулевой порядок дифракционной картины. Можно ожидать высокий контраст поляризаций и возможность гибко управлять параметрами.

Заметные усилия прилагались к развитию многолучевой отражательной интерферометрии. Известно, что обычный интерферометр Фабри-Перо раньше использовался главным образом в режиме "на пропускание". Отраженная интерференционная картина почти не использовалась из-за ее сложности и неумения ею управлять. Между тем в этом случае обеспечивается максимальная чувствительность, возможность радикальной трансформации характеристик, пригодность для гетеродинных способов вывода сигнала и т. д. Отражательная схема была нами подробно изучена. Результаты описаны в 1985 г. в моей книге «Многолучевые интерферометры отраженного света», которая по сей день не имеет аналогов в мировой литературе (кстати сказать, то же относится и к другой моей книге, «Одночастотная генерация в газовых лазерах», вышедшей в 1975 году). Между прочим удалось решить задачу, которая уже давно интересовала оптиков, - как получить в отраженном свете "транс-миссионные" (transmission-like) интерференционные полосы, т. е. узкие светлые полосы на темном фоне, подобные полосам "на пропускание" в классическом интерферометре Фабри-Перо. В последнее время интерес к отражательным интерферометрам резко возрос в связи с развернувшимся на Западе строительством грандиозных экспериментальных устройств, предназначенных для доказа-

тельства существования гравитационных волн, предсказанных общей теорией относительности А. Эйнштейна. Наше участие в этих работах пока сводится лишь к поиску такого выбора параметров установок, при котором можно увеличить их чувствительность, а размеры сократить.

В заключение хочу сказать несколько слов о "происхождении" оптической квантовой электроники в Сибирском отделении АН. Некоторые думают, что она возникла чуть ли не на пустом

месте. Что касается лично меня, то это не так. В 1946-1952 гг. я учился на радиофизическом факультете Горьковского университета, который окончил по кафедре М.Т. Греховой. Можно считать, что я привез в Новосибирск тот научный «багаж», который я там получил. Поэтому я считаю, что мои работы здесь (а также работы сотрудников лабораторий, которыми я руководил) являются частью горьковской радиофизической школы, или, если говорить о более далеких истоках, научной школы Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси.