

М. М. Кугейко, С. И. Чубаров

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ

Научно-исследовательская лаборатория лазерных систем была создана на кафедре квантовой радиофизики и оптоэлектроники в 1989 г. после прихода на кафедру нового заведующего доктора физико-математических наук профессора Малевича Игоря Александровича. Лаборатория создавалась с целью эффективного проведения преподавателями и сотрудниками кафедры научных исследований и привлечения к их проведению аспирантов, студентов, выполнения курсовых и дипломных работ. Заведующим лабораторией был назначен старший научный сотрудник Чубаров Сергей Ильич, научное руководство осуществлял профессор И. А. Малевич. Основное ядро лаборатории составляли пришедшие из НИИ ПФП им. А. Н. Севченко кандидаты физико-математических наук Н. М. Ксенофонтова, М. М. Кугейко, А. К. Ясаков, научные сотрудники А. Н. Бородавка, И. И. Вельджанов. Активно включились в работу лаборатории научные сотрудники кафедры В. А. Фираго., В. Л. Козлов, Е. П. Колик, С. Д. Жарников, Ж. П. Ключковская, А. В. Баркова, А. М. Лисенкова, преподаватели, аспиранты и студенты.

В это время основным научным направлением лаборатории стала разработка методов и систем лазерной гидрооптики подводного и высотного базирования, теории и методов обнаружения в океане следов объектов искусственного и естественного происхождения. Данные работы проводились вместе с Государственным оптическим институтом имени С. И. Вавилова (Ленинград).

Совместными усилиями были разработаны и созданы лидарная система высотного базирования (на вертолете) с использованием лазера на парах меди, лидар корабельного базирования, подводная система фотометрирования световых потоков. Эти системы с успехом прошли натурные испытания на Черном море (на морской базе ГОИ им. С. И. Вавилова в Пицунде). С использованием новых методик обработки сигналов впервые по результатам вертолетного зондирования были получены профили коэффициентов ослабления оптического излучения как на ат-

мосферных участках трасс зондирования, так и на водных участках; были обнаружены в море следы естественного и искусственного происхождения.

В дальнейшем под руководством И. А. Малевича были выполнены исследования по темам: «Разработка и физическое обоснование структуры многофункционального комплекса спектрально-лазерной аппаратуры, диагностики среды с развитым информационно-вычислительным ядром», «Разработка физических принципов построения системы комплексной спектрально-лазерной диагностики оптических характеристик среды», «Разработка модели дистанционной диагностики характеристик среды». Результатом проведенных исследований явилась разработка новых методов определения оптических характеристик рассеивающих сред (И. А. Малевич, М. М. Кугейко), структуры и функционально-ориентированных модулей спектрально-лазерной аппаратуры с развитым информационно-вычислительным ядром (И. А. Малевич, С. И. Чубаров, А. Н. Бородавка, И. И. Вельджанов), методов определения положения и масштаба неоднородностей (А. К. Ясаков, М. М. Кугейко).

Основным достижением этого периода можно считать разработку концепции «безаприорности» в оптико-физической диагностике неоднородных рассеивающих сред, заключающуюся в исключении или минимальном использовании априорной информации или допущений об исследуемой среде, минимизации влияния аппаратных констант приемопередаточных и регистрирующих блоков. Данный подход в лазерной локации являлся новым, так как позволял решать отмеченные фундаментальные проблемы не только путем совершенствования методов и алгоритмов обработки экспериментальных данных в условиях известных априорных данных (традиционный подход), но и расширением объема используемой косвенной измерительной информации для снятия проблемы априорной неопределенности, зависимости погрешности измерений от дестабилизирующих факторов. В 1994 г. по результатам исследований М. М. Кугейко защищена докторская диссертация «Теория и методы оптико-физической диагностики неоднородных рассеивающих сред в условиях отсутствия априорной информации».

Принципы концепции «безаприорности» и результаты прикладных разработок на базе этой концепции обобщены в монографии М. М. Кугейко «Лазерные системы (в условиях априорной неопределенности)», выпущенной Белгосуниверситетом в 1999 г.

В это же время в лаборатории получил дальнейшее развитие метод лазерной доплеровской анемометрии нестационарных струевых потоков. Совместно с ИТМО АН БССР разработан лазерный доплеровский изме-

ритель скорости нестационарных струевых потоков при исследовании процессов горения топлива (С. И. Чубаров).

Продолжались работы по синтезу образцовых многозначных мер времени. Обобщенные результаты исследований по разработке теории и методов реализации данных систем излагаются в вышедшей в 1994 г. в издательстве «Университетское» монографии И. А. Малевича, Д. А. Ефременко и Э. И. Табачника «Синтез образцовых мер времени».

С 1993 в НИЛ начинаются работы по исследованию инжекционных лазеров и разработке систем на основе перестраиваемых полупроводниковых излучателей для медицинской диагностики и терапевтических целей (Н. М. Ксенофонтова, С. Д. Жарников, С. И. Чубаров, А. М. Лисенкова, Н. А. Ушакова).

По заданию Фонда фундаментальных исследований РБ совместно с НИИ охраны материнства и детства МЗ РБ в НИЛ разработан и создан макет компактной лазерной станции для воздействия на иммунную систему организма на основе полупроводниковых лазеров инфракрасного диапазона с регулируемыми параметрами. Разработаны методы стимулирования иммунной системы матери и ребенка, подвергшихся угнетающим воздействиям, на основе глубинного селективного лазерного воздействия. Исследовалось воздействие лазерного излучения на кроветворные органы (печень, селезенка) подопытных животных и определены параметры крови, чувствительные к этому воздействию, с целью повышения эффективности влияния лазерного излучения на иммунную систему.

В лаборатории получили дальнейшее развитие методы радиационной пирометрии. В период 1992–1993 г.г. разработан бесконтактный низкотемпературный пирометр с диапазоном измеряемых температур 30–500 °С с погрешностью измерения $1\text{ °С} \pm 1\%$. В дальнейшем освоены измерители температуры на базе данной разработки с диапазоном измерений 30–1000 °С (В. Л. Козлов.).

В 1992 г. в производственном объединении «Белвар» был внедрен в производство разработанный электронный модуль измерителя концентрации нитратов в различных средах (С. И. Чубаров, А. Н. Бородавка, А.Б. Шило.).

В НИЛ активно ведутся работы по разработке новых методов построения и создания систем лазерной локации. По данным разработкам защищена кандидатская диссертация В. Л. Козловым. В это же время по результатам исследования фонов в целях улучшения характеристик дальномерных систем защищена кандидатская диссертация В. А. Фираго.

Успешно продолжались работы связанные с разработкой элементов оптических дальномеров. В частности разработан и внедрен в УП

«ЛЭМТ» малогабаритный контроллер лазерного дальномера (С. И. Чубаров, А. Н. Бородавка).

С 1994 г. в НИЛ лазерных систем по заданию Фонда фундаментальных исследований РБ начались работы по исследованию и разработке оптоэлектронных систем динамического хранения и обработки информации, элементов оптических вычислителей и исследованию методов построения оптических запоминающих устройств регенеративного типа (С. И. Чубаров, А. В. Поляков, К. Г. Кузьмин, К. Н. Коростик). На основе разработанных новых типов тетраэдрических отражателей были предложены и реализованы ряд оптических логических элементов для оптического компьютера (С. В. Процко).

В 2001 г. по результатам исследований влияния температурных и флуктуационных эффектов на процесс рециркуляции в оптоэлектронных системах динамического хранения и обработки информации защищена кандидатская диссертация А. В. Поляковым.

Данное научное направление в лаборатории в настоящее время развивается в рамках темы «Разработка принципов создания высокоэффективных многофункциональных диагностических систем получения и обработки информации на основе волоконно-оптических датчиков» (ГПФИ «Электроника»). Продолжаются работы по методам построения и созданию двухчастотного прецизионного измерителя расстояний.

С 1998 г. характер исследований в области лазерной локации окружающей среды приобрел направленность на разработку методов и систем лазерной диагностики с учетом концепции «безаприорности». Выполнялись следующие НИР: «Оптико-физическая диагностика водных сред, растворов, аэрозольных выбросов в условиях помех», «Разработать эксплуатационно-устойчивые методы контроля и создать экспериментальный комплекс для определения содержания CO , C_nH_m и дымности в выбросах автотранспортных средств», «Концепция «безаприорности» в задачах вычислительной диагностики». В ходе выполнения данных работ разработаны новые эксплуатационно-устойчивые, метрологически надежные методы и системы диагностики рассеивающих сред. Для задач эффективного контроля компонентного состава сложных газовых сред разработан модифицированный корреляционный метод (В. А. Фираго).

В это же время было положено начало разработкам нового класса систем измерения оптических характеристик, устойчивых к дестабилизирующим факторам. Разработан прецизионный измеритель коэффициентов ослабления, прозрачности, мутности жидких сред, обладающий указанными достоинствами.

Одновременно велись фундаментальные исследования по проблемам лазерной локации окружающей среды. Выполнены НИР «Разработка

статистической теории переноса оптического излучения и концепция «безаприорности» для задач диагностики неоднородных молекулярных систем» (совместно с Институтом прикладной оптики НАН Беларуси, Могилев), «Спектральные и нефелометрические методы в диагностике микрофизических характеристик рассеивающих сред» (ГПФИ «Спектр») и ориентированная на прикладные задачи «Разработка базовых модулей непрерывного контроля состава аэрозольных сред с использованием инжекционных полупроводниковых источников излучения» (Межвузовская программа «Спектроаналитика»). Среди основных достижений в этот период можно выделить разработку методики диагностики слоисто-неоднородных сред с размытыми границами раздела и метода бистатистического томографического зондирования рассеивающих сред. С применением данных разработок проведена обработка результатов дистанционного зондирования атмосферы над поверхностью островов Мадейра (экспериментальные данные представлены Францией). Показано, что использование данных методик позволяет расширить область однозначной интерпретации данных спектральных измерений относительно оптической толщины облачности и эффективного размера водных капель. В 2001 г. по результатам исследований Д. М. Оношко была защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Обобщение всех полученных результатов по данному научному направлению проведено в монографии М. М. Кутейко, Д. М. Оношко «Теория и методы оптико-физической диагностики неоднородных рассеивающих сред».

Результаты научных исследований защищены авторскими свидетельствами и патентами на изобретения (более 20 авторских свидетельств СССР и патентов РБ получено за период существования НИИ). В лаборатории под руководством научных сотрудников студентами выполняются магистерские, дипломные и курсовые работы, многие из которых отмечены республиканскими дипломами. В выполнении НИР активно участвуют аспиранты кафедры.

Научные разработки кафедры, доведенные до создания образцов (пирометр, дальномер, портативный оптико-электронный прибор для пространственного ориентирования лиц, потерявших зрение, модульное фотоприемное устройство, малогабаритный импульсный излучающий модуль, широкополосный генератор шума, портативный аппарат инфракрасной лучистой терапии, измеритель прозрачности и мутности жидких сред, измеритель влажности для теплиц) широко представлены на многих международных и республиканских выставках.