

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ

ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ

Препринт № I

С.Л.Мандельштам, В.Г.Миногин
К 20-ЛЕТИЮ ИНСТИТУТА СПЕКТРОСКОПИИ АН СССР

Дорогому
Андрею
из
Евгению
от одного
автора



[Signature]

г.Троицк
Московской области
1988 г.

24 ноября 1988 г. в Институте спектроскопии АН СССР состоялся научный Симпозиум, посвященный 20-летию основания Института. Программа включала четыре доклада :

1. Член-корреспондент АН СССР С.Л.Мандельштам, д.ф.-м.н.
В.Г.Миногин
Об Институте спектроскопии АН СССР
2. Академик АН СССР К.К.Ребане
Бесфононные линии, фотовыжигание спектральных провалов
и пространственно-временная голография сверхбыстрых
событий
3. Д.ф.-м.н. В.С.Летохов
На пути к лазерной спектроскопии с ангстремным пространственным разрешением
4. Д.ф.-м.н. В.М.Агранович
Проблемы линейной и нелинейной спектроскопии поверхности

В настоящем препринте печатается первый доклад, подготовленный директором Института спектроскопии АН СССР членом-корреспондентом АН СССР С.Л.Мандельштамом и ученым секретарем Института, д.ф.-м.н. В.Г.Миногиным.

В докладе изложена история создания и развития Института спектроскопии АН СССР за 20 лет.

29 ноября 1988 г. мы отмечаем 20-летие Института спектроскопии. В этот день в 1968 г. Президиум АН СССР своим решением № 863 постановил: "В соответствии с решением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике от 26 марта 1968 г. № 15, п.4 организовать Институт спектроскопии АН СССР на базе лаборатории Комиссии по спектроскопии в составе Отделения общей физики и астрономии АН СССР".

Как отмечено в Постановлении Президиума АН СССР Институт развился на базе лаборатории Комиссии по спектроскопии, организованной в 1949 г. академиком Г.С.Ландсбергом при активной поддержке бывшего тогда Президентом АН СССР, академика С.И.Вавилова. Штат лаборатории первоначально состоял всего из двух человек: И.С.Абрамсона и лаборанта. Затем к ним присоединились Х.Е.Стерин и В.Т.Алексанян, а в дальнейшем — С.А.Ухолин, Г.Н.Жижикин, В.Б.Белянин, Я.М.Кимельфельд, С.М.Райский, М.Р.Алиев, С.Н.Мурзин, Э.Я.Кононов, А.В.Бобров, А.Н.Рябцев и др. Первым помещением лаборатории была одна подвальная комната бывшего винного склада в проезде Владимирова в Замоскворечье. Когда С.И.Вавилов впервые привез С.Л.Мандельштама в это помещение, он с удовольствием покрутил носом и заметил: "Хороший был подвальчик". Вскоре, однако, стало ясно, что это помещение не может удовлетворять лабораторию, и она была переведена сначала на короткий срок на Ленинградский проспект, д.7, а затем на ул.Осипенко, д.52, где размещалась в течение девяти лет. После этого лаборатории было предоставлено несколько комнат в переулке Садовского, д.3. Поскольку помещения оказались приемлемыми, то С.Л.Мандельштам пошел к Президенту АН СССР академику А.Н.Несмеянову с просьбой предоставить все здание. Президент спросил: "А Вы знаете, что было в этом здании?" — "Нет не знаю" — ответил Мандельштам. Президент объяснил. "Ну что-ж, это нам подходит" — заявил Мандельштам. "Нет, на это здание у меня есть более подходящие кандидаты" — закончил Президент. В результате этого разговора лаборатории было предоставлено новое помещение на Кузнецком мосту. На новом месте, однако, в лабораторию сразу стали заходить люди и

спрашивать, что здесь дают. Тогдашнему зав.лабораторией С.А.Ухолину удалось обменять это помещение на помещение прогоревшей сапожной мастерской в проезде Сапунова, д.13/15, где сейчас размещается Научный совет АН СССР по проблеме "Спектроскопия атомов и молекул".

Со временем, однако, стало ясно, что и эти помещения не устраивают лабораторию и была сделана попытка построить специальное здание, мотивируя строительство необходимостью размещения большой дифракционной решетки. На соответствующую просьбу руководящие инстанции за подписью Н.И.Булганина ответили отказом, сообщив, что не могут дать разрешения на размещение большой дифракционной решетки в центре жилого района.

Тогдашний академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии академик Л.А.Арцимович предложил построить здание для лаборатории в создававшемся в это время Научном центре АН СССР в Красной Пахре, где существовала магнитная лаборатория, был уже размещен ИЗМИРАН и строилось здание ИФВД. Для ускорения строительства был выбран уже имевшийся проект здания.

К этому времени лаборатория Комиссии по спектроскопии по-существу уже превратилась в самостоятельное научное учреждение со штатом в 44 человека и серьезными результатами в области атомной и молекулярной спектроскопии и спектрального приборостроения. Подтверждением этого было решение Президиума АН СССР о реорганизации лаборатории в Институт спектроскопии.

Несмотря на имевшееся решение Президиума АН СССР строительство здания, однако, не начиналось. Попытки сдвинуть дело с места не давали никаких результатов. Все чиновники почувствовали, но дело не двигалось. Пришлось пойти ва-банк. На одном из заседаний Президиума, обсуждавшем вопрос о приборостроении, С.Л.Мандельштам в конце совещания заявил, что можно было бы сделать гораздо больше, если бы мы располагали своим зданием и рассказал любимый рассказ Х.Е.Стерина. Во время войны он командовал конной батареей и однажды у них вырвалась лошадь, которую несмотря на все усилия и крики никак не удавалось загнать на место. Проходивший в это время генерал, остановился, постоял, посмотрел на происходящее, затем подозвал Стерина и сказал: "Товарищ лейтенант, кто здесь

командует, Вы, или жеребец?" Через 30 секунд лошадь была на месте. Когда С.Л.Мандельштам закончил этот рассказ, члены Президиума прервали свои дела и внимательно посмотрели на него, а Президиумет М.В.Келдыш, резюмируя итоги обсуждения, сказал: "Что касается вопроса, поставленного С.Л.Мандельштамом, то я прошу Чернопотова (зам.Президента АН СССР по капитальному строительству) сообщить в чем дело?". О чем они говорили осталось неизвестным, но на следующий день строительство началось. Следует отметить, что к этому моменту на участке земли, предназначавшемся для Института, была размещена пожарная часть. Тогдашний директор ФИАН академик Д.В.Скобелевич любезно согласился предоставить нам участок земли ФИАН, на котором и началось строительство Института. Летом 1969 г. состоялся переезд и началась работа в новом здании в Академгородке в Красной Пахре. Неоценимую помощь в создании Института оказали М.В.Келдыш, Л.А.Арцимович, В.А.Котельников, Л.Я.Гервиц, В.А.Филиппов, а также бывший тогда зам.директора С.А.Ухольин.

К моменту создания в ИСАН были приглашены В.М.Агранович, Р.И.Персонов, В.Г.Колошников, Б.Д.Осипов, Ю.Е.Лозовик, несколько позже пришли В.С.Летохов, П.Г.Крыков, Р.В.Амбарцумян, С.Г.Раутиан.

Здесь нам также хотелось бы отметить старейших сотрудников, много сделавших для Института: Л.Н.Иванова, Л.А.Никонова, О.Н.Григорьеву, А.В.Ландик, Н.И.Антропова, Л.С.Васильеву, Г.Т.Шевченко.

Институт развивался довольно быстро. Уже в 1978 г. штат Института составлял 260 чел., в 1983 г. - 330 чел., в 1988 г. - 370 чел. В настоящее время научных сотрудников вместе с инженерами-физиками 148 человек. Среди научных сотрудников 12 докторов наук и 66 кандидатов наук. В опытно-производстве работают 72 человека, административно-управленческий аппарат - 26 человек.

При Институте работает отдел ЦКБ УП и базовая кафедра МФТИ.

В 1988 г. объем финансирования составил 4049 т.р.

В настоящее время основными направлениями научных работ Института являются :

1. Атомная спектроскопия

2. Молекулярная спектроскопия

3. Спектроскопия конденсированного состояния и поверхности.

4. Лазерная спектроскопия

5. Аналитическая спектроскопия

6. Спектральное приборостроение

По-существу эти направления были сформулированы при основании Института, но разумеется конкретное содержание с течением времени существенно менялось.

Сейчас в составе Института находятся: теоретический отдел, лаборатория атомной спектроскопии, лаборатория электронных спектров молекул, лаборатория молекулярной спектроскопии высокого разрешения и аналитической спектроскопии, лаборатория спектроскопии кристаллов, лаборатория колебательной спектроскопии конденсированных сред, лаборатория лазерной спектроскопии, лаборатория пикосекундной лазерной спектроскопии, лаборатория спектроскопии возбужденных состояний, лаборатория лазерно-спектрального приборостроения, лаборатория спектроскопии неравновесных процессов и тематические группы: "Спектроскопический центр" и математического моделирования физических процессов.

1. Атомная спектроскопия

В области атомной спектроскопии основное внимание направлено на получение, исследование, сбор и хранение данных по спектрам высокоионизованных атомов, т.е. атомов, лишенных большей части своих внешних электронов. Спектры высокоионизованных атомов, существующие при температурах $10^6 - 10^8$ К, еще недостаточно изучены. Вместе с тем они представляют не только самостоятельный физический интерес, но и крайне важны для диагностики термоядерной горячей плазмы, внеатмосферной астрофизики (изучение рентгеновских звезд, галактик) и для создания рентгеновских лазеров. В этой области Институт имеет определенные достижения. В лабораторных условиях получены спектры водородоподобных ионов до Ca^{30+} , гелиеподобных ионов до Y^{37+} и неонподобных ионов до Nd^{50+} . Данные по спектрам высокоионизованных атомов, в частности, помогли расшифровать ракетные спектры Солнца, полученные С.Л.Мандельштамом и сотрудниками. За эти работы С.Л.Мандельштаму в составе коллектива авторов была присуждена Государственная пре-

мией СССР за 1977 г. Исследованы спектры более 60 ионов со сложными электронными оболочками (Э.Я.Кононов, А.Н.Рябцев, Е.В.Аглицкий, К.Н.Кошелев, Э.Я.Гольц и др.). За цикл работ по спектроскопии высокоионизованных атомов С.Л.Мандельштаму в 1977 г. была присуждена премия им. Д.С.Рожественского. Развернуты крупные вычислительные работы по анализу спектров многозарядных ионов (У.И.Сафронова, Л.Н.Иванов и Е.П.Иванова). В настоящее время создается автоматизированный банк спектроскопических данных.

2. Молекулярная спектроскопия

В этой области основное внимание сейчас направлено на исследование открытого в нашем Институте совместно с ИФ АН ЭССР удивительного явления лазерного "выжигания" узких стабильных провалов в полосах поглощения сложных молекул в органических матрицах при гелиевых температурах. Воздействие монохроматического лазерного излучения на такие молекулы позволяет получать крайне узкие спектральные линии с шириной вплоть до $0,001 \text{ см}^{-1}$. Это явление имеет принципиальное значение для всей спектроскопии сложных молекул. Оно позволяет проводить детальные исследования эффектов Зеемана и Штарка в сложных молекулах. Явление представляет значительный интерес для создания принципиально новых оптических запоминающих устройств с объемом памяти, повышенным на 3-4 порядка.

Наряду с методами выжигания провалов при исследованиях сложных органических молекул широко используется разработанный в ИСАН метод селективного лазерного возбуждения люминесценции. Этим методом получают спектры, состоящие из очень узких линий, что позволяет регистрировать тонкие эффекты межмолекулярных взаимодействий, перенос энергии в сложных молекулярных системах, проводить спектрохимический анализ различных продуктов с высокой селективностью и чувствительностью. За работы в этом направлении наши сотрудники Е.И.Альшиц, Л.А.Быковская, Р.И.Персонов и Б.М.Харламов в составе коллектива авторов были удостоены Государственной премии СССР за 1986 г.

Второе важное направление, которое развивается в области молекулярной спектроскопии, — это ИК спектроскопия высокого разрешения с помощью диодных перестраиваемых лазеров и

микроволновой техники. За эти работы наши сотрудники В.Г.Колошников и Ю.А.Курицын в составе коллектива авторов были удостоены Государственной премии СССР за 1985 г.

Значительное развитие получила в Институте благодаря работам Б.Д.Осипова, С.Н.Мурзина, М.Р.Алиева, В.М.Михайлова и др. молекулярная микроволновая спектроскопия.

Большой вклад внесен Я.М.Кимельфельдом и др. в разработку методов получения ИК-спектров нестабильных комплексов.

3. Спектроскопия твердого тела

Здесь основное внимание направлено на получение данных о структуре и свойствах новых материалов: металлов, полупроводников и диэлектриков. Развиваются исследования по спектроскопии примесных центров в кристаллах, дающие информацию о локальных полях (Е.А.Виноградов, М.Н.Попова). Большая работа была проведена по спектроскопии КР света и ГКР света (Х.Е.Стерин, Б.Н.Маврин). Продолжаются исследования недостаточно понятого пока явления гигантского комбинационного рассеяния света, усиливающего в 1000 раз спектры молекул на поверхности.

Ведутся работы по спектроскопии поверхности с использованием поверхностных электромагнитных волн. Изучаются свойства адсорбатов и тонких пленок на поверхности твердых тел, а также переходных слоев, созданных различными воздействиями на поверхность кристалла (Г.Н.Жижин, В.А.Яковлев). В последние годы начаты спектроскопические исследования свойств сверхпроводников. Методами ИК отражения, комбинационного рассеяния света, спектроскопией поверхностных электромагнитных волн и методом электронного зонда проводятся исследования оптических свойств высокотемпературных сверхпроводников (Г.Н.Жижин, Б.Н.Маврин, В.А.Яковлев и др.).

Значительный вклад в спектроскопию твердого тела и поверхности внесли теоретические работы В.М.Аграновича, А.Г.Мальчукова, Б.П.Антоника, Т.А.Лесковой и др.

Благодаря этим работам созданы теоретические основы линейной и нелинейной оптики и спектроскопии поверхности и тонких пленок, предсказан ряд ярких эффектов, многие из которых нашли экспериментальное подтверждение. Работы по теории Ферми-резонансов на поляритонах, выполненные в теоретическом

отделе, привели к возникновению нового направления — исследованию эффектов ангармонизма в кристаллах.

4. Лазерная спектроскопия

В области лазерной спектроскопии в Институте был выполнен большой цикл работ по получению и исследованию узких резонансов без доплеровского уширения в спектрах атомов и молекул. За выдающиеся результаты в этом направлении В.С.Летохову совместно с В.П.Чebотаевым была присуждена Ленинская премия за 1978 г. На основе этих работ были проведены исследования по совершенствованию стандартов частоты оптического диапазона (О.Н.Компанец, Е.Л.Михайлов и др.).

В последние годы в ИСАН разработаны и экспериментально реализованы уникальные методы лазерного охлаждения атомных пучков и методы управления параметрами атомных пучков (коллимация, фокусировка и отражение пучков). Получены интенсивные пучки ультрахолодных атомов с эффективной температурой на два-три порядка меньшей температуры жидкого гелия (В.И.Балыкин, В.С.Летохов, В.Г.Миногин). Разработан принципиально новый метод спектроскопических исследований — лазерная резонансная фотоионизационная спектроскопия. Метод обладает ультравысокой чувствительностью на уровне одиночных атомов. На основе метода создан и успешно эксплуатируется совместно с Ленинградским институтом ядерной физики им. Б.П.Константинова лазерно-ядерный комплекс, с помощью которого получены данные о СТС и среднеквадратичных зарядовых радиусах редкоземельных элементов, ядра которых удалены от полосы бета-стабильности (В.С.Летохов, В.И.Мишин и др.). Этим же методом проведены высокочувствительные исследования ридберговских состояний атомов.

В области лазерной спектроскопии молекул в Институте активно исследуются селективные фотофизические процессы, возникающие при нелинейном резонансном взаимодействии лазерного излучения с молекулами. Был детально изучен эффект изотопически-селективного возбуждения молекул ИК лазерным излучением. На этой базе разработаны физические основы принципиально новой лазерной технологии разделения изотопов (В.С.Летохов, Р.В.Амбарцумян, Е.А.Рябов).

За работы в этой области сотрудники ИСАН А.А.Макаров,

Ю.А.Горохов, А.А.Пурецкий, Е.А.Рябов и Н.П.Фурзиков были удостоены в составе коллектива авторов Премии Ленинского комсомола за 1978 г.

За последние годы развита пикосекундная, а сейчас интенсивно развивается фемтосекундная лазерная спектроскопия. На основе этих методов проведены исследования сверхбыстрых фотопроцессов в биомолекулах и выяснены пути переноса энергии (П.Г.Креков, Ю.А.Матвеев, Д.Н.Никогосян и др.).

5. Аналитическая спектроскопия

В данном направлении основное внимание сосредоточено на разработке ультрачувствительных лазерных методов спектрального анализа химического состава веществ. Достигнутые чувствительности лазерных методов на много порядков превышают чувствительности традиционных спектро-аналитических методов. Эти работы проводятся в сотрудничестве с геохимиками, гляциологами и производителями особо чистых веществ.

На основе этих методов проведено лазерное ультрачувствительное детектирование следов очень редких элементов в геологических образцах, благодаря чему определено родий/иридиевое соотношение в древних осадочных породах, говорящее в пользу космического происхождения аномалии платиновых элементов (Г.И.Беков, В.С.Летохов).

В Институте разработаны новые методы для анализа содержания микроэлементов в почвах, продуктах растениеводства и животноводства, контроля технологических процессов в промышленности особо чистых веществ, микроэлектронике и других областях современной технологии с чувствительностью, в тысячи раз превышающей чувствительность других физических методов (В.Г.Колошников, М.А.Большов).

В ИСАН создан аналитический центр, целью которого является развитие и популяризация уникальных аналитических методов и выполнение заказов по заявкам предприятий (Г.И.Беков и др.).

6. Спектральное приборостроение

Со дня основания Институт уделял значительное внимание развитию спектрального приборостроения. В ИСАН созданы уникальный вакуумный спектрограф, уникальный ИК спектрометр, серия диодных спектрометров, совместно с ЦКБ УП АН СССР соз-

дана гамма Фурье-спектрометров. По-существу ИСАН — единственная в СССР организация, где сосредоточен целый комплекс уникальных спектральных приборов.

В последние годы в ИСАН функционирует специализированная лаборатория лазерного спектрального приборостроения, которая обеспечивает разработку опытных образцов новых лазерных спектральных приборов, концепции которых создаются в научных лабораториях Института. Лаборатория также обеспечивает выпуск небольших серий приборов с помощью отдела ЦКБ УП и передает техническую документацию на Минское опытно-промышленное производство НТО АН СССР (О.Н.Компанец, Е.Л.Михайлов и др.).

Следует отметить, что практически по всем направлениям исследований мы имеем тесное сотрудничество со многими организациями в СССР. Особенно хорошие связи сложились у нас с ФИАН, ИОФАН, ГОИ, Институтом физики АН ЭССР и др. институтами. Мы очень рады, что в работе нашего Симпозиума принимает участие академик К.К.Ребане.

7. Международные связи

Институт принимает активное участие в научном сотрудничестве с социалистическими странами по линии СЭВ и по линии двустороннего сотрудничества с академиями наук ГДР, НРБ, ПНР и ЧССР. Тесное сотрудничество сложилось у ИСАН с ЦОС АН ГДР, ИФТТ БАН, Центральным Институтом физических исследований ВАН и др.

Институт проводит совместные научные исследования с учеными Финляндии, Франции, Швейцарии. Совместно с рядом стран (Англия, США, Франция, ФРГ) проводятся регулярные семинары и симпозиумы. Налажены хорошие контакты с НБС США, Институтом астрофизики им. Герцберга (Канада) и др. научными организациями капиталистических стран.

8. Подготовка научных кадров

Институт является базовым для кафедры "Квантовая оптика" факультета "Проблемы физики и энергетики" МФТИ. Кадры ИСАН формируются в основном за счет выпускников МФТИ, которые проходят у нас весь путь от студентов до заведующих лабораториями. В настоящее время 2/3 научных сотрудников и инженеров-

физиков составляют выпускники МФТИ.

При ИСАН функционирует специализированный совет по специальности "оптика" по защите кандидатских и докторских диссертаций. Ведется большая работа по подготовке аспирантов. За 20 лет ИСАН подготовил более 300 аспирантов.

До сих пор мы говорили о том, что было сделано в ИСАН за 20 лет. Но наука должна всегда смотреть вперед.

В последующие годы нам по-видимому следует развивать новые источники высокоионизованных атомов, фемтосекундную лазерную спектроскопию, молекулярную спектроскопию высокого разрешения, спектроскопию поверхности, ультрачувствительный лазерный анализ, лазерное приборостроение и внедрение лазерных приборов в народное хозяйство. Некоторые из проблем, которые здесь нам предстоит решать, будут рассмотрены на Симпозиуме в докладах В.С.Летохова и В.М.Аграновича.

Наконец, следует сказать, что в декабре предстоит вступление в должность нового директора, формирование нового Ученого совета и соответствующие изменения в организации работы в Институте.

В целом у ИСАН есть хороший задел для активной работы и Институт может с оптимизмом смотреть в будущее.

Вопрос о развитии науки и техники в нашей стране является одним из важнейших. Наука является основой прогресса, основой повышения производительности труда, основой улучшения качества жизни. Поэтому развитие науки и техники является одной из главных задач государства. В настоящее время в нашей стране созданы все необходимые условия для развития науки и техники. Государство обеспечивает ученых и инженеров материальными средствами, создает для них благоприятные условия работы. В то же время государство стимулирует развитие науки и техники, поддерживает инициативу ученых и инженеров. Благодаря этому в нашей стране достигнуты значительные успехи в развитии науки и техники. Это позволило нам создать ряд новых и совершенных изделий, которые используются в народном хозяйстве. Это позволило нам повысить производительность труда, улучшить качество продукции. Это позволило нам улучшить условия жизни населения. Поэтому развитие науки и техники является одной из главных задач государства. В настоящее время в нашей стране созданы все необходимые условия для развития науки и техники. Государство обеспечивает ученых и инженеров материальными средствами, создает для них благоприятные условия работы. В то же время государство стимулирует развитие науки и техники, поддерживает инициативу ученых и инженеров. Благодаря этому в нашей стране достигнуты значительные успехи в развитии науки и техники. Это позволило нам создать ряд новых и совершенных изделий, которые используются в народном хозяйстве. Это позволило нам повысить производительность труда, улучшить качество продукции. Это позволило нам улучшить условия жизни населения.

Вопрос о развитии науки и техники в нашей стране является одним из важнейших. Наука является основой прогресса, основой повышения производительности труда, основой улучшения качества жизни. Поэтому развитие науки и техники является одной из главных задач государства. В настоящее время в нашей стране созданы все необходимые условия для развития науки и техники. Государство обеспечивает ученых и инженеров материальными средствами, создает для них благоприятные условия работы. В то же время государство стимулирует развитие науки и техники, поддерживает инициативу ученых и инженеров. Благодаря этому в нашей стране достигнуты значительные успехи в развитии науки и техники. Это позволило нам создать ряд новых и совершенных изделий, которые используются в народном хозяйстве. Это позволило нам повысить производительность труда, улучшить качество продукции. Это позволило нам улучшить условия жизни населения.

Вопрос о развитии науки и техники в нашей стране является одним из важнейших. Наука является основой прогресса, основой повышения производительности труда, основой улучшения качества жизни. Поэтому развитие науки и техники является одной из главных задач государства. В настоящее время в нашей стране созданы все необходимые условия для развития науки и техники. Государство обеспечивает ученых и инженеров материальными средствами, создает для них благоприятные условия работы. В то же время государство стимулирует развитие науки и техники, поддерживает инициативу ученых и инженеров. Благодаря этому в нашей стране достигнуты значительные успехи в развитии науки и техники. Это позволило нам создать ряд новых и совершенных изделий, которые используются в народном хозяйстве. Это позволило нам повысить производительность труда, улучшить качество продукции. Это позволило нам улучшить условия жизни населения.

Подписано к печати 29.12.88г. МТ-21223. Объем 0.75 п/л.

Заказ № 45. Тираж 100 экз.

Оффсетное производство 3-ей типографии изд. "Наука".