
10 ЛЕТ АССОЦИАЦИИ "АКАДЕМПРИБОР"

УДК 681.2 (091)

© В. М. Неймарк

10 ЛЕТ РАБОТЫ ЦКБ УП — НТЦ УП РАН В СОСТАВЕ АССОЦИАЦИИ "АКАДЕМПРИБОР"

На базе проведенных Научно-технологическим центром уникального приборостроения РАН (НТЦ УП РАН) фундаментальных и прикладных исследований в области научного приборостроения и оптики, многие из которых имеют мировой приоритет, разработаны новые физические принципы построения современных научных приборов и приборной элементной базы, которые позволили создать и внедрить в исследовательскую практику ряд новых приборов.

КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Центральное конструкторское бюро уникального приборостроения АН СССР (ЦКБ УП) в 1991 г. выступило одним из инициаторов создания Ассоциации "Академприбор". Начальник—Главный конструктор ЦКБ УП профессор И.Н. Сисакян был избран первым председателем Совета директоров Ассоциации.

Прошедшее десятилетие истории ЦКБ УП ознаменовано (наряду с созданием, несмотря на тяжелое экономическое положение, ряда новых уникальных приборов высшей категории сложности) двумя значительными изменениями.

- В 1997 г., через 40 лет со дня создания, ЦКБ УП стало Научно-технологическим центром уникального приборостроения (НТЦ УП РАН) со статусом научного учреждения РАН.

- К прежним, устоявшимся направлениям работы, в которых ЦКБ успешно лидирует много лет, прибавилось новое научное направление — "Акустооптика", открывающее широкие возможности создания нового поколения оптико-спектральных приборов, базирующихся на новых физических принципах, конкурентоспособных на мировом рынке и необходимых как для проведения научных исследований, так и для развития современных высоких технологий.

ЦКБ УП, созданное в 1957 г., было первой (после Инструментальной палаты Петербургской Академии наук, основанной в XVIII в.) общеакадемической организацией научного приборостроения.

В течение ряда лет, до организации и развития специализированных конструкторских бюро при институтах АН СССР, ЦКБ УП создавало приборы для обеспечения фундаментальных исследований во многих областях естественных наук, что требовало широкой специализации и обусловило многопрофильность ЦКБ.

За 40 лет своей деятельности ЦКБ УП разработало более 160 типов научных приборов и вы-

пустило малыми сериями более 3 тысяч приборов. Приборы ЦКБ позволили обеспечить фундаментальные научные исследования по различным современным методикам: ИК-фурье-спектроскопия, субмиллиметровая монохроматическая ЛОВ-спектроскопия, фотоэлектрическая спектроскопия полупроводников, исследования в сильных магнитных полях, микроэлектродная техника в электрофизиологии, микрофазовый термоанализ, определение молекулярных констант полимеров методом светорассеяния, термомеханика полимеров, измерение динамических характеристик материалов на инфранизких частотах и др.

Трудности с финансированием, переживаемые в последнее десятилетие, привели к необходимости концентрации кадровых и материальных ресурсов ЦКБ — НТЦ УП на создании необходимых науке и наиболее перспективных оптико-спектральных приборов, базирующихся на новых физических принципах и конкурентоспособных на мировом рынке.

За 1991–2001 гг. были разработаны новые модели фурье-спектрометров, в области создания которых НТЦ УП лидирует более 20 лет, и акустооптические спектрометры, не имеющие аналогов в мировой практике.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ НТЦ УП В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРОВ В 1991–2001 ГГ.

К концу 80-х гг. ЦКБ — НТЦ УП создало и внедрило в исследовательскую практику 6 моделей фурье-спектрометров высокого разрешения. Среди них: уникальный фурье-спектрометр УФС-02; фурье-спектрометр ФС-01, внедренный в серийное производство; уникальный 2-канальный фурье-спектрометр ФС-02; быстродействующий фурье-спектрометр БФС-01, не имеющий аналогов в мировой практике, и др. Всего институты АН СССР и РАН были оснащены тридцатью

образцами фурье-спектрометров, созданных ЦКБ — НТЦ УП.

В 1995 г. с помощью модели УФС-02 в Институте спектроскопии РАН впервые удалось измерить сдвиг сверхтонкого мультиплета в спектрах лазерных кристаллов $\text{LiYF}_4:\text{Ho}^{3+}$, обусловленный различным изотопическим составом литиевой координационной сферы вокруг атома гольмия. Этот фундаментальный результат был получен благодаря высокому спектральному разрешению фурье-спектрометра (0.005 см^{-1}), в результате чего впервые наблюдается "тонкая структура сверхтонкого расщепления" в оптических спектрах, не наблюдаемая ни в ЯМР, ни в ЭПР-спектрах.

В девяностые годы НТЦ УП осуществил разработки фурье-спектрометров среднего разрешения.

- Специализированный фурье-спектрометр ФС-03 для исследования оптических свойств высокотемпературных сверхпроводников. Спектральный диапазон измерений — от 20 до 4000 см^{-1} . Разрешение — 0.5 см^{-1} . Диапазон изменения температуры образца — от 4.2 до 270 К. Широкий спектральный диапазон, двухканальная схема измерений, наличие криостата позволяют проводить исследования с повышенной точностью определения оптических постоянных.

- Аналитические фурье-спектрометры широкого применения моделей АФ-1 и АФ-2, отличающиеся простотой и надежностью в эксплуатации, малыми габаритами и сравнительно низкой стоимостью, необходимые и доступные широкому кругу исследователей.

Модель АФ-1 (рис. 1) имеет: спектральный диапазон — от 450 до 3500 см^{-1} , разрешение — 1 см^{-1} , фотометрическую точность — $\pm 0.5 \%$.

Модель АФ-2 имеет: спектральный диапазон — $450\text{--}5000 \text{ см}^{-1}$, разрешение — 1 см^{-1} , фотометрическую точность — $\pm 0.2 \%$.

Модели АФ-1 и АФ-2 выпускаются опытным производством НТЦ УП.

- На основе фурье-спектрометров серии "АФ" НТЦ УП создана Автоматизированная система идентификации и контроля качества горючего "АСИККГ" для оперативного определения марки анализируемого горючего и соответствия его качества требованиям стандартов и ТУ в объеме полного анализа. В состав системы входят: малогабаритный фурье-спектрометр АФ-1 (АФ-2) с комплектом оборудования, позволяющим анализировать пробы горючего, а также информационно-поисковая система, позволяющая по ИК-спектрам горючего проводить идентификацию (определять марку) горючего и определять соответствие качества пробы требованиям стандартов и технических условий.

Основные технические параметры: спектральный диапазон — от 450 см^{-1} до 3500 см^{-1} ; пре-

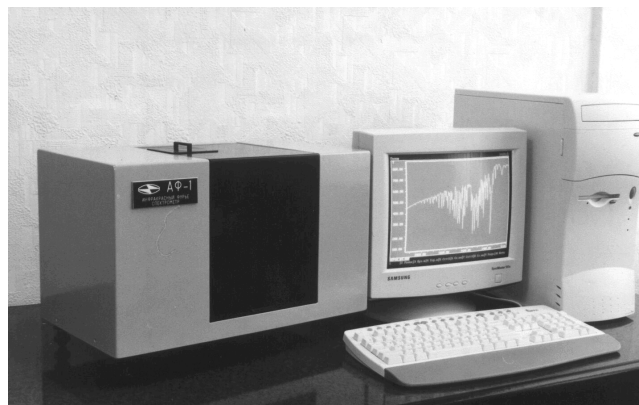


Рис. 1. Аналитический фурье-спектрометр широкого применения "АФ-1"

дельное разрешение — 1 см^{-1} ; точность определения волновых чисел — 0.1 см^{-1} ; диапазон измерения оптической плотности — от 0.05 до 3 ед.; воспроизводимость уровня стопроцентного пропускания во всем рабочем диапазоне — $\pm 0.5 \%$; время одного определения пробы горючего — не более 15 мин.

Разработана конструкторская документация системы, изготовлена экспериментальная партия в количестве трех комплектов. Проведены Государственные испытания. Один образец "АСИККГ" эксплуатируется на Краснодарском нефтеперерабатывающем заводе, два образца — в ГОСНИИ 25 МО РФ.

Разработка не имеет отечественных аналогов и находится на уровне лучших мировых достижений в этой области. Работа защищена патентом на изобретение № 2075062. Получен сертификат качества Госстандарта РФ, регистрационный номер 17201-98.

Система "АСИККГ" утверждена в качестве основного средства измерения ГОСТ РВ 51560-2000 "Топлива жидкие, экспресс-метод идентификации и контроля качества".

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ НТЦ УП РАН В ОБЛАСТИ АКУСТООПТИКИ В 1991–2001 ГГ.

В результате исследований и разработок НТЦ УП в области акустооптики создана технология и реализован новый физический принцип спектральных измерений, основанный на явлении дифракции светового излучения на объемной фазовой решетке, которая создается в кристалле звуковой волной, частота, амплитуда и фаза которой изменяются по заданному закону. Разработаны двухкристальные акустооптические фильтры, обладающие повышенной разрешающей способностью. Принципиально обоснована возможность

построения акустооптического видеоспектрометра, позволяющего получить пространственные спектральные характеристики объектов. На этой основе возможно создание новых систем видения и распознавания изображений.

Созданы образцы нового класса спектральных приборов для широкого круга исследований — акустооптические спектрометры, которые имеют существенные преимущества по сравнению со спектральными приборами аналогичного назначения, основанными на классических физических принципах (дифракционных решетках): высокую точность измерений за счет большой светосилы и селективной модуляции полезного сигнала, высокое спектральное разрешение, высокое быстродействие, автоматическое управление процессом измерения и обработки спектральной информации, виброустойчивость, малые габариты.

В 1996–1997 гг. в НТЦ УП созданы акустооптические спектрометры видимого, УФ и ИК диапазонов, не имеющие аналогов в мировой практике.

- Поляризационный акустооптический спектрометр видимого диапазона:

спектральный диапазон — 420–800 нм;

спектральное разрешение — 0.2 нм.

- Поляризационный акустооптический спектрометр УФ-диапазона с рекордным спектральным разрешением 0.04 нм в спектральном диапазоне 255–430 нм.

- Акустооптический спектрометр ИК-диапазона:

спектральный диапазон — 1800–3600 нм;

спектральное разрешение — 5 нм.

Масса каждого из этих спектрометров не превышает 10 кг.

Впервые в мировой практике создан донный спектроанализатор на базе поляризационного акустооптического спектрометра видимого диапазона для автоматической подводной гидрохимической станции, разработанной НТЦ УП совместно с ИО РАН по заданию МЧС для измерения химического состава водных масс с целью прогнозирования землетрясений. Спектральный диапазон прибора — 400–800 нм, спектральное разрешение — 0.2–0.4 нм.

В 1998–2000 гг. в НТЦ УП созданы следующие приборы.

- Широкополосный акустооптический спектрометр видимого и УФ диапазонов, не имеющий аналогов в мировой практике (рис. 2):

спектральный диапазон — 225–780 нм;

спектральное разрешение — 0.2 нм.

- Акустооптический спектрометр ИК-диапазона:

спектральный диапазон — 2.1–4.4 мкм;

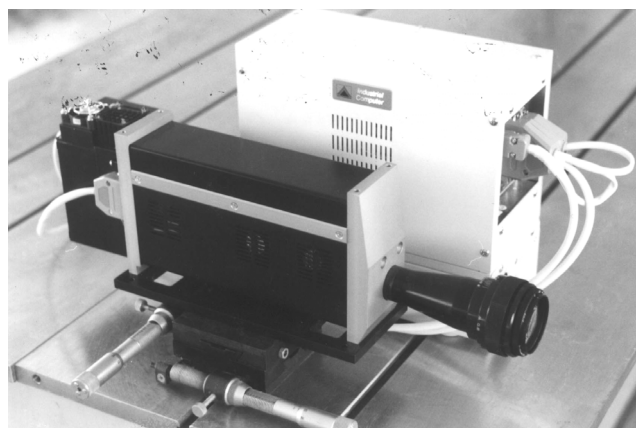


Рис. 2. Акустооптический спектрометр видимого и УФ диапазонов

спектральное разрешение — 10 нм.

Масса каждого из этих спектрометров не превышает 10 кг.

Впервые в мировой практике созданы:

- Макет акустооптического портативного спектрометра КРС для измерения спектров комбинационного рассеяния (рис. 3):

спектральный диапазон — 520–780 нм;

интервал измерения волнового сдвига — 100–5000 см^{-1} (относительно возбуждающего лазерного излучения $\lambda = 532$ нм);

спектральное разрешение — 0.3 нм (9 см^{-1}).

- Акустооптический портативный спектроанализатор КРС с теми же спектральными характеристиками для подводной исследовательской лаборатории.

РАБОТЫ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ СУБМИЛЛИМЕТРОВЫХ ЛОВ-СПЕКТРОМЕТРОВ

В 1993 г. в соответствии с "Соглашением о российско-германском проекте фундаментальных и прикладных исследований в области субмиллиметровой магнетоспектроскопии" ЦКБ УП произвело усовершенствование монохроматического автоматизированного субмиллиметрового ЛОВ-спектрометра "МАСС-4" и передало его в Отделение физики Университета им. Гумбольдта (Берлин). Технические характеристики "МАСС-4":

диапазон длин волн — 0.25–7.5 мм;

разрешающая способность — 30 000;

воспроизводимость спектров пропускания — 0.3 %;

погрешность измерения фазового сдвига — 0.5 град.

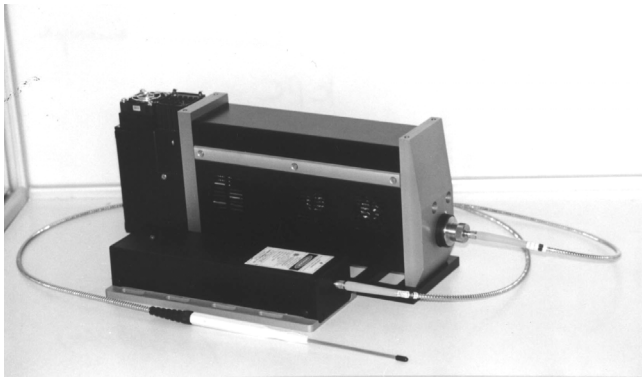


Рис. 3. Акустооптический портативный спектрометр КРС для измерения спектров комбинационного рассеяния

"МАСС-4" является последней моделью гаммы субмиллиметровых ЛОВ-спектрометров, разработанных ЦКБ УП совместно с ИОФАН, и по своим характеристикам не имеет аналогов в мировом приборостроении. С помощью этого спектрометра, переданного в Германию для совместных исследований, обнаружена резонансная линия поглощения в антиферромагнетике (NiNO) со щелью холдейновского типа. Эту линию, ранее предсказанную теоретически, долгое время безуспешно пытались обнаружить с помощью зарубежных субмилли-

метровых приборов. Сравнительные испытания спектрометра "МАСС-4" подтвердили его существенное превосходство по всем основным параметрам (в т.ч. по чувствительности в 10 раз) над зарубежными приборами подобного назначения.

Наряду с работами по созданию и выпуску оптико-спектральных приборов ЦКБ — НТЦ УП выпускало:

- Твердотельные лазеры и установки для медицинских целей на их основе
 - УЛТ-2 (длина волны излучения — 2.09 мкм);
 - УЛТ-3 (длина волны излучения — 2.79 мкм).
- Элементы компьютерной оптики — фокусаторы лазерного и СВЧ-излучения, предназначенные для фокусировки и преобразований фронта излучения различных диапазонов длин волн.

В 1992 г. работы ЦКБ УП в области разработки и внедрения интегрированных лазерных и плазменных технологий, создания изделий новой техники авиационного и космического назначения были удостоены Государственной премии Российской Федерации.

Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН (НТЦ УП РАН)

Материал поступил в редакцию 27.12.2001.

TEN YEARS OF CDB UI — STC UI RAS ACTIVITY WITHIN THE "AKADEMPRIBOR" ASSOCIATION

V. M. Neimark

Science and Technology Centre of Unique Instrumentation RAS (STC UI RAS)

The Science and Technology Centre of Unique Instrumentation RAS (STC UI RAS) has carried on a series of fundamental and applied studies in the field of scientific instrumentation and optics, including some pioneering ones, which have provided the basis for development of new physical principles realized in state-of-the-art scientific instruments and technologies introduced into the research practice.