

УДК 621.383

История создания в НИИПФ скоростной ИК-спектрометрии

Ю. М. Лотошников

Государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение «Орион»,
Москва, Россия

Дано обоснование необходимости проведения исследований ИК излучения факелов ракет различных классов. Приведена краткая история создания скоростных полевых и самолетных спектрометров на область спектра 1,0—5,5 мкм. Оборудованные этими спектрометрами летающие лаборатории позволили получить данные по ИК излучению факелов широкого класса ракет и объектов авиационной техники.

Развитие ИК оптико-электронных устройств, предназначенных для высокоточного оружия, таких как тепловые головки самонаведения управляемых реактивных снарядов, оптические неконтактные взрыватели, космические пеленгаторы для обнаружения пусков баллистических ракет (БР) и др. потребовало детальной информации о факелах ракет и реактивных струй авиационных двигателей как источниках ИК излучения. К началу 60-х годов существовало самое общее представление о спектральноэнергетических характеристиках излучения (СЭХИ) указанных объектов. Это не позволяло грамотно решать вопросы оптимизации параметров оптико-электронных устройств и, в конечном счете, оптимизации параметров полупроводниковых фотоприемников.

В 1960 г. по инициативе Е. С. Ратнера в Институте было начато изучение характеристик ИК излучения факелов ракет. Для научного руководства этими работами Е. С. Ратнер пригласил в свою лабораторию талантливого инженера, аспиранта М. Ж. Сагадеева, имевшего опыт разработки спектральной измерительной аппаратуры и проведения исследований в лабораторных условиях.

Перед коллективом М. Ж. Сагадеева была поставлена достаточно сложная задача. Дело в том, что время работы стартовых двигателей противотанковых и противосамолетных ракет составляет всего несколько секунд. Поэтому для исследования СЭХИ факелов этих ракет необходима быстродействующая спектральная аппаратура, надежно функционирующая в достаточно сложных условиях натурального эксперимента. Поскольку отечественная оптико-механическая промышленность не выпускала подобной аппаратуры, коллективу М. Ж. Сагадеева предстояло создание уникального, не имеющего аналогов полевого быстродействующего спектрометра.

По предложенной М. Ж. Сагадеевым оптической схеме в лаборатории Е. С. Ратнера был разработан и изготовлен макет двойного призмного монохроматора нулевой дисперсии на спектральный диапазон 1,0—5,5 мкм. Скорость сканирования спектра составляла 50 раз в секунду. На базе этого монохроматора был построен быстродействующий регистрирующий спектрометр БРС, с помощью которого в 1961 г. на подмосковных полигонах были получены первые данные о спектральнояркостном поле ИК излучения факелов противотанковых и противосамолетных ракет.

В 1962 г. был разработан и изготовлен усовершенствованный вариант спектрометра, получивший наименование БРС-1. С помощью этого спектрометра в период 1962—1964 г. выполнен значительный объем натурных исследований:

— были продолжены исследования СЭХИ факелов противотанковых и противосамолетных ракет на неподвижных стендах (для получения углового распределения излучения) и в динамике — на ракетной дорожке;

— впервые спектральная аппаратура БРС-1 была установлена на борту бомбардировщика Ту-16 и в полете исследована спектральная яркость излучения собственной реактивной струи самолета в зависимости от режимов работы его двигателя. Материалы этих исследований были использованы при создании в ГОИ им. Вавилова теоретических методов расчета оптического излучения реактивных струй самолетов.

В конце 1962 г. в Институте на базе автомобиля ЗИЛ-130 с кунгом был оборудован передвижной наземный измерительный комплекс (НИК), укомплектованный спектрометром БРС-1, а также аппаратурой, позволяющей проводить автономные измерения в полевых условиях (включая градуировку по АЧТ). В 1963 г. НИК был направлен на ракетный полигон в Капустин Яр, где под руководством автора статьи были проведены измерения СЭХИ факелов противосамолетных ракет класса «земля—воздух» и баллистических ракет класса «земля—земля» при реальных пусках. В 1964—1965 г. с помощью НИК на аэродромах г. Жуковский и Гостомель под Киевом были выполнены наземные измерения СЭХИ реактивных струй нескольких типов самолетов.

Не вдаваясь в детали, можно отметить наиболее существенные результаты этих исследований:

— получены данные по спектральному распределению и суммарному излучению в диапазоне 1—5,5 мкм факелов некоторых типов баллистических и противосамолетных ракет и реактивных струй самолетов;

— установлено, что исследованные объекты являются селективными излучателями, максимальная доля энергии которых сосредоточена в полосах излучения основных продуктов сгорания топлива — паров воды и углекислого газа с центрами в длинах волн 2,7 и 4,3 мкм;

— на приземных измерительных трассах спектр излучения указанных объектов сильно искажается за счет поглощения излучения атмосферными парами воды и углекислым газом. Учитывать это поглощение для селективных источников оказалось крайне затруднительным.

Для максимального снижения влияния атмосферы на результаты спектральных измерений в НИИ ПФ и НИИ-4 МО была принята совместная программа летных исследований СЭХИ БР с помощью измерительных приборов, установленных на борту летающей лаборатории, что позволяло вынести аппаратуру за пределы плотных приземных слоев атмосферы. В 1964 г. начались работы по созданию летающего измерительного комплекса. При этом пришлось решать несколько довольно сложных задач:

— разработать и изготовить специальный самолетный спектрометр;

— разработать методику проведения летных измерений ИК излучения баллистических ракет на различных участках траектории при реальных пусках;

— выбрать самолет с высотой полета не менее 8—10 км, имеющий вне герметизированной кабины дистанционно управляемую платформу для установки на ней измерительной аппаратуры и наведения ее на летящую ракету.

К середине 1965 г. в Институте на базе спектрометра БРС-1 был разработан и изготовлен самолетный спектрометр БРС-2М, который принципиально не отличался от своего прототипа, однако за счет ряда конструктивных изменений была существенно увеличена его чувствительность. Были разработаны также бортовые усилительно-регистрирующие устройства. В целом конструкция прибора отвечала условиям эксплуатации на самолете.

Одновременно был выбран носитель — военно-транспортный самолет Ан-8. Он имел кормовую орудийную станцию, связанную синхронным приводом с прицелом, установленным в гермокабине. На турели вместо пушек был размещен оптико-механический блок спектрометра. Просторная гермокабина позволяла установить в ней пульта управления, усилительно-регистрирующую и служебную аппаратуру, а также находиться в полете несколькими инженерам-операторам для управления аппаратурой.

Во второй половине 1965 г. было закончено оборудование самолетной лаборатории Ан-8 [1], разработана методика проведения летных измерений и начались систематические летные исследования, в ходе которых по нескольким типам БР были получены данные о спектроэнергетических характеристиках излучения факелов первых ступеней ракет, а также головных частей на конечном участке траектории полета БР.

Необходимо заметить, что с самого начала результаты летных исследований вызвали интерес и получили высокую оценку у руководства МО и МОП, о чем свидетельствует тот факт, что с 1965 г. (Решение ВПК от 15.09.65 г. № 203) и по 1990 г. летные исследования проводились во исполнение соответствующих Постановлений правительства и решений ВПК.

В 1974 г. под руководством автора была начата разработка принципиально нового самолетного спектрометра на основе дифракционного монохроматора, построенного по автоколлимационной схеме Литтрова. В результате был создан малогабаритный самолетный быстродействующий спектрометр БРС-6 на диапазон спектра 1,2—5,5 мкм с увеличенными по сравнению с БРС-2М полем зрения и чувствительностью. Описание прибора и его параметры приведены в [2].

Новым спектрометром были оборудованы более совершенные летающие лаборатории:

— совместно с НПО «Комета» и НПО «Взлет» на базе бомбардировщика Ту-16 (1978 г.);

— совместно с ЛИИ им. Громова на базе военно-транспортного самолета Ан-12 (1976 г.).

Описание этих летающих лабораторий приведено в [1]. В состав этих летающих лабораторий входила также радиометрическая и кинофотоаппаратура. Регистрация и обработка результатов измерений проводилась на современном уровне с применением ПЭВМ.

Большие возможности новых летающих лабораторий позволили значительно расширить номенклатуру объектов исследования и увеличить объем получаемой

информации. При этом летные исследования были продолжены по двум направлениям:

— исследования СЭХИ факелов БР в интересах совершенствования космической системы предупреждения о ракетном нападении;

— исследования СЭХИ авиационной техники в интересах создания и совершенствования средств поражения и защиты летательных аппаратов.

За весь период проведения летных исследований, который продолжался с 1965 по 1993 г., были получены спектроэнергетические характеристики ИК излучения факелов практически всех типов отечественных баллистических и оперативно-тактических ракет на всем активном участке полета. Результаты этих исследований позволили установить фундаментальные закономерности оптического излучения такого сложного физико-химического процесса как горение факела при полете ракеты в атмосфере.

Были проведены прямые измерения характеристик ИК излучения практически всех видов современных отечественных гражданских и военных самолетов. Большой объем летных измерений был выполнен при отработке ложных тепловых целей и средств снижения тепловой заметности летательных аппаратов для их защиты от самонаводящихся реактивных снарядов ПЗРК типа «Стингер».

В заключение необходимо отметить, что в НИИПФ немногочисленным коллективом М. Ж. Сагадеева в сжатые сроки была создана приборная база для нового направления научно-исследовательских работ по спектральным измерениям ИК характеристик излучения нестационарных источников таких, как факелы ракет, взрывы, выстрелы и др. Особое место среди этих работ занимают летные исследования спектроэнергетических характеристик излучения факелов баллистических ракет и объектов авиационной техники, выполненные под руководством автора с борта специально оборудованных для этих измерений самолетов-лабораторий, которые не имели аналогов в нашей стране.

Литература

1. Лотошников Ю. М., Журавлева Ю. Н. История создания отечественных летающих лабораторий, предназначенных для исследования характеристик ИК излучения факелов баллистических ракет. Прикладная физика, № 1, 1999. с.15—25.

2. Лотошников Ю. М., Журавлева Ю. Н. Специальные быстродействующие спектрометры и телерадиометры с полупроводниковыми приемниками излучения. Прикладная физика, № 5, 2000. с.18—28.

A history of creation of the velocity IR spectrometry in the Research Institute of Applied Physics

Yu. M. Lotoshnikov

The ORION R&P Association, Moscow, Russia

In the article the grounds of the necessity of missile flames IR radiation researches are given. The short history of creating of high-speed field and aircraft spectrometers for IR region of spectrum is given. The flying laboratories equipped by these spectrometers made possible to obtain spectroenergetic characteristics of optical radiation of flying vehicles and missile flames in natural conditions.