

# Мы — другие

## Н.Н. Салащенко

Заведующий отделом многослойной рентгеновской оптики, член-корр. РАН, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники (1991).

Исследования в области многослойной рентгеновской оптики группа ученых ИПФ АН СССР – потом на её основе сложился коллектив соответствующего отдела ИФМ РАН – начала еще в 1978 году. Мы взялись за эту работу, что называется, с отвагой неведения. Если бы мы тогда отчетливее представляли требования к многослойным структурам, к подложкам и к их технологиям, то, скорее всего, подумав хорошенько, продолжили бы исследования в области сверхтонких полупроводниковых пленок и сверхрешеток.



Н.Н. Салащенко.

В 1991 году шестеро ученых за цикл исследований в этом направлении были удостоены Государственной премии СССР. Сейчас проблематике остались верны лишь двое: А.Д. Ахсахалян и я. Основатель института физики микроструктур С.В. Гапонов стал советником РАН, а остальные – В.М. Генкин, Б.М. Лускин, Ю.Я. Платонов – работают за рубежом, причем активно проблемами рентгеновской оптики занят только Платонов. Тут следует сказать о специфике исследований в нашей стране. Американские коллеги говорят: «Для исследований нам нужна установка, которая стоит три миллиона долларов, и мы ее уже заказали». А мы не заказываем, мы сами делаем. Собственное технологическое и метрологическое оборудование создавать непросто, но я уверен, что именно эта работа стимулирует научный прогресс. Ведь если оборудование



С.В. Гапонов.



А.Д. Ахсахалян.

покупное, серийное, значит, аналогичные исследования может вести любой, у кого есть такая же установка. А у нас почти всё – собственные разработки. Это, конечно, не от хорошей жизни, но в итоге мы можем делать то, чего не могут прочие. Мы – другие, и в этом наша сила.

Специфика эта стала следствием девяностых годов прошлого века, весьма трудных для науки вообще и для каждого «научника». Помнится, в 1992-м ИПФ АН даже выпускал собственные деньги: были магазины, которые давали его сотрудникам продукты в долг, под бумажку с месткомовской печатью. Потом они сдавали эти квитки в институт, и из зарплаты вычитали. Всякое бывало... Но именно тогда мы развивались так динамично, как никогда до и никогда после. На заводах денег тоже не платили, и там за копейки делали для нас то, что в другое время стоило бы куда дороже. Мы на голом энтузиазме строили свои установки, скрываясь на работе от семейных проблем – где деньги взять, чем детей накормить. Так что в девяностые жилось нам... условно хорошо.

В первые годы у нас не было своей измерительной базы, и сертификацию многослойных зеркал приходилось проводить с помощью сторонних научных учреждений.

Немалую помощь на начальном этапе оказывали специалисты ИЯФ СО РАН. Даже сейчас прецизионные измерения проводятся на берлинском синхротроне BESSY II. Но вскоре стало ясно, что без своих измерений невозможно развиваться: нужны были оперативные данные о характеристиках зеркал на рабочих длинах волн. И это явилось толчком для создания собственной метрологической базы. По возможностям и техническим характеристикам она оказалась уникальной, даже по мировым стандартам, и теперь используется российскими и зарубежными учеными для калибровки элементов рентгеновской оптики, спектральной аппаратуры, детекторов рентгеновского излучения.

В результате наша группа оказалась едва ли не единственной в мире, у которой есть и собственные технологии изготовления рентгеновской оптики, и измерительная база для сертификации ее элементов. Теперь основные отечественные исследования в области мягкого рентгеновского излучения обеспечиваем мы. Особенно это касается прецизионной изображающей оптики: каждый год появляется принципиально новая технологическая установка. Когда для обеспечения потребностей рентгеновской литографии возникла задача получения прецизионной оптики дифракционного качества, оказалось, что сверхгладких поверхностей с формой, выполненной на субнанометровом уровне, в стране нет, и сделать их никто не сможет. Так что поручили сами себе и занимаемся этим до сих пор. За короткий срок в ИФМ РАН был создан целый технолого-метрологический комплекс, позволяющий создавать сверхгладкую и сверхточную оптику.

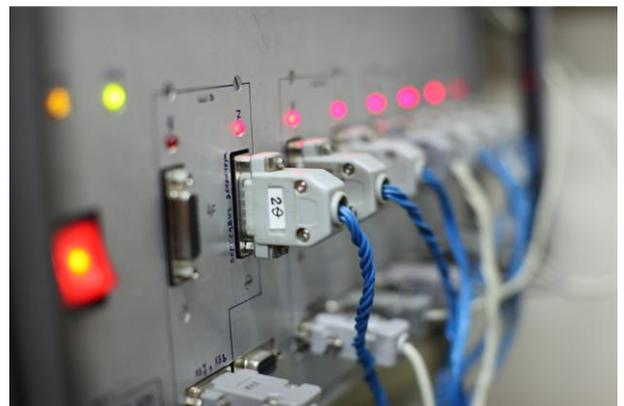


В его составе – интерферометр с дифракционной волной сравнения, установки ионно-пучкового травления и напыления тонких пленок, прецизионные рефлектометры. Подобными ресурсами располагают лишь самые высокотехнологичные компании: ZEISS (ФРГ), General Optics (США) и Nikon (Япония).

Сейчас коллектив института занят созданием элементной оптической базы для спектрального диапазона  $\lambda \approx 0.01\text{--}100$  нм. Результаты этих работ имеют широкое практическое применение. Особое значение в последнее десятилетие приобрели исследования, связанные с разработкой прецизионной изображающей оптики нормального падения коротковолнового диапазона. Например, для создания на ее основе объективов в стендах проекционной EUV нанолитографии, для биологических микроскопов, а также для космических телескопов, решающих задачи рентгеновской астрономии. Практически все российские космические станции со специализированными телескопами для изучения солнечного излучения в спектральном диапазоне 13–30 нм (например CORONAS-F) оснащались многослойными зеркалами, изготовленными в ИФМ РАН. Исследования продолжаются, и, как следствие, область применения многослойной рентгеновской оптики расширяется буквально на глазах.

Можно смело утверждать, что нам предстоит новый технологический скачок, связанный с интенсивным освоением коротковолнового диапазона.

Бурно развивается и относительно новое направление – свободновисящие пленочные структуры. В ИФМ создана лабораторная технология изготовления свободновисящих многослойных структур, которые применяются, к примеру, в качестве зеркал поляризаторов, фазосдвигающих и делительных пластинок, дисперсионных элементов. Но особенно востребованы они в проекционной нанолитографии. Тут мы, пожалуй, мировые лидеры.



Физика многослойных структур из сверхтонких пленок и есть истинная нанофизика. Ученые, которые имеют дело с субангстремной точностью, порой напоминают мне балерин: тянутся вверх, стоя на пуантах, да еще умудряются за руки держаться. Во всем мире физики работают дружно, а наш институт не просто участвует в общем деле, но многих ведет за собой.