

АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ АВИЛОВ (к 80-летию со дня рождения)

DOI: 10.31857/S0023476123700273, EDN: IGCBNY



В этом году исполняется 80 лет Анатолию Сергеевичу Авилову, доктору физико-математических наук, крупному специалисту в области электронографического структурного анализа, дифракции электронов, кристаллохимии и физики и химии твердого тела. А.С. Авилов — один из наиболее видных представителей поколения “70-х”, научные достижения которого в полной мере проявились во время его работы в Институте кристаллографии РАН. Анатолий Сергеевич родился 12 августа 1943 г. в Москве, во время Великой Отечественной войны, в один год с образованием Института кристаллографии. Его способности к физике и математике и интерес к естественным наукам проявились еще в школе, по окончании которой он поступил в Московский университет на физический факультет, где на третьем курсе распределился на кафедру физики кристаллов.

Знакомство с профессором З.Г. Пинскером, “отцом” электронографии, произошло в 1964 г. в Институте кристаллографии РАН, тогда Авилов был студентом четвертого курса. Первые экспе-

риментальные (лабораторные) работы на электронографе ЭГ-1 были проведены на физфаке МГУ под руководством Наташи Потемкиной. Там же проходила и преддипломная и дипломная практики уже под руководством Р.М. Имамова, тогдашнего аспиранта З.Г. Пинскера. Структурные исследования тонких, нанометровой толщины полупроводниковых пленок настолько увлекли А.С. Авилова, что он после получения диплома распределился в лабораторию электронографии в феврале 1966 г. и с тех пор и по настоящее время вся научная деятельность Анатолия Сергеевича связана с развитием метода электронографии, исследованиями структуры наноматериалов и их связи с физическими свойствами. Сейчас научно-технологическое направление, связанное с наноматериалами, стремительно развивается и сулит огромные перспективы практического применения в связи с их особыми физико-химическими свойствами.

Кандидатская диссертация (1973 г.) была посвящена структурным исследованиям ряда трехкомпонентных полупроводниковых материалов. В ней А.С. Авилов начал работы по развитию методов учета эффектов динамического рассеяния при дифракции электронов. Позже на базе теории Бете им была создана методика и разработана соответствующая компьютерная программа для учета многоволновых эффектов в текстурированных пленках. Рассмотрена причина искажений электронограмм от текстур, связанная с длиной волны падающих электронов.

Главной задачей А.С. Авилов считал повышение точности и информативности метода дифракции электронов с целью извлечения более тонкой и полной информации о структуре наноматериалов (тонкие пленки, поверхностные слои, наночастицы). Для этого развивались методы электронной дифрактометрии, учета динамического рассеяния, использования фильтров неупругого рассеяния электронов. Результаты методических и структурных исследований стали основой докторской диссертации под названием “Прецизионная электронография”, защищенной в 1999 г.

Очень полезный творческий контакт возник при взаимодействии с известным специалистом в

области квантовой химии профессором В.Г. Цирельсоном. Был осуществлен цикл работ по использованию дифракции электронов с применением разработанных к тому времени методов прецизионного измерения интенсивностей электронограмм к исследованию химической связи в тонких кристаллах, количественному определению распределения электростатического потенциала (ЭСП) и его топологического анализа с помощью теории Бэйдера. Эти исследования имеют принципиальное значение, поскольку ЭСП определяет практически все физические свойства кристаллов. Были выполнены конкретные исследования ряда полупроводников с ионным типом связи и впервые использована мультипольная модель для ковалентного полупроводника — германия. Впервые была продемонстрирована возможность вычисления некоторых физических свойств напрямую из электронно-дифракционных данных (диамагнитная восприимчивость, статическая электронная поляризуемость и для кубических кристаллов-диэлектриков — ширина запрещенной зоны и диэлектрическая проницаемость). В случае наноматериалов это особенно актуально, поскольку далеко не всегда имеется возможность измерения физических свойств нанообъектов. Конкурсная работа в этом направлении молодых сотрудников группы Авилова была удостоена премии им. Н.В. Белова в 1998 г. А в 2001 г. на общем конкурсе научных работ уже более общая работа — премии им. Б.К. Вайнштейна. Совместными аспирантами А.С. Авилова и В.Г. Цирельсона были выполнены две кандидатские работы, защищенные в конце 90-х и в начале 2000-х гг.

Следует отметить конструкторские разработки в области дифрактометрии. Например, Авиловым получен патент на метод измерения двумерных картин в электронографе путем одномерного сканирования и вращения образца вокруг оси пучка. Развита также метод измерения интегральных интенсивностей для электронограмм от мозаичного монокристалла. Авилов тесно взаимодействовал с Сумским заводом электронных микроскопов на Украине, где серийно выпускались электронографы. Итогом такого взаимодействия стала новая модель полностью компьютеризованного электронографа ЭМР-110К, разработанного по проекту А.С. Авилова. Первый опытный экземпляр такого прибора установлен в ИК РАН в 2007 г.

Нельзя не остановиться на объектах, которые исследовались при участии Авилова. Это помимо кристаллических полупроводниковых тонких пленок аморфные полупроводники. Гидрированный аморфный углерод, используемый для преобразования солнечной энергии в электрическую, аморфный алмазоподобный углерод, применяемый в качестве сверхтвердых и изно-

состойких покрытий, а также аморфный политетрафторэтилен для антифрикционных покрытий. Для изучения структуры аморфных объектов им в соавторстве О.И. Васиным из ИФП СО РАН (Новосибирск) разработан метод и создана компьютерная программа автоматического расчета функций радиального распределения для изучения структуры ближнего порядка в аморфных веществах, позволяющая рассчитывать фон, производить нормировку и расчет ряда параметров ближнего порядка.

После открытия Шехтманом в 1986 г. квазикристаллов в сплаве Al_6Mn Авилов по предложению Б.К. Вайнштейна воспроизвел этот эксперимент и начал изучать причины возникновения пятерной симметрии. Для этого была создана лазерная напылительная установка для получения тонких пленок того же состава. Было показано, что ближний порядок в указанном сплаве уже содержит элементы пятерной симметрии. Большая работа была проведена по разработке на основе дисульфида молибдена антифрикционных покрытий. Удалось создать покрытия, для которых невозможно было измерить коэффициент трения имеющимися приборами, настолько он был низкий. В итоге такие покрытия начали использоваться в гироскопах на спутниках Земли. По результатам этой работы получены два патента.

Нельзя не вспомнить про многочисленные исследования структуры наночастиц, проводимых вначале аспиранткой и затем научной сотрудницей М.А. Запорожец. Эти работы широко публиковались и докладывались на российских и международных конференциях. А Запорожец получила дважды поддержку в виде гранта Президента РФ для молодых сотрудников. По результатам в 2006 г. она успешно защитила кандидатскую диссертацию.

Анатолий Сергеевич в соавторстве опубликовал около 200 научных статей в рейтинговых журналах, три книги и одну монографию под названием “Современное состояние электронографического структурного анализа” в соавторстве с Б.К. Вайнштейном и Б.Б. Звягиным. Монография вышла во втором томе книги Дж. Каули “Electron diffraction methods” в 1992 г. Получены три патента. Под его руководством защищено четыре кандидатские диссертации, работало и проходило дипломную и преддипломную практику большое количество студентов и аспирантов.

А.С. Авилов ведет активную научную деятельность. В сфере его интересов продолжение развития методов дифрактометрии в плане повышения быстродействия для проведения время разрешающих динамических исследований быстротекающих процессов. Для чего конструируются новые системы детектирования интенсивностей рассеянных электронов, разрабатываются новые

компьютерные программы для управления процессами измерений, совершенствуется конструкция электронного дифрактометра. Активно исследуются нестехиометрические фториды, содержащие РЗЭ. Научный интерес к этим объектам связан с выяснением физических причин возникновения суперионной проводимости в диэлектриках в зависимости от содержания РЗЭ.

А.С. Авилов возглавляет Отдел электронной кристаллографии, заведующим которым он стал в 2012 г. Отдел объединяет четыре подразделения: лабораторию электронной микроскопии, лабораторию электронографии, сектор зондовой микроскопии и сектор электронной дифрактометрии. Отдел успешно работает в направлении, посвященном “изучению структуры и свойств наноматериалов с помощью электронов и зондовой микроскопии”.

Следует особо подчеркнуть роль лаборатории электронографии в развитии творческой деятельности А.С. Авилова. Эта лаборатория, основанная профессором З.Г. Пинскером, оказалась весьма продуктивной в плане подготовки высококвалифицированных кадров. Из нее вышли академик Б.К. Вайнштейн (директор ИК РАН), профессор Б.Б. Звягин (зав. лаб. в ИГЕМ РАН), зав. лабораторией Р.М. Имамов (ИК РАН), член-корреспондент и директор НИЦ “Курчатовский институт” М.В. Ковальчук. Сначала в лаборатории сформировалась группа по электронной дифрактометрии, из которой позже в 2001 г. был создан Сектор электронной дифрактометрии, где А.С. Авилов стал заведующим. Сейчас лаборатория электронографии под руководством профессора В.В. Клечковской продолжает работать очень продуктивно, выдает результаты высокорейтингового уровня.

А.С. Авилов широко известен своими работами в международных кругах. Он много раз участ-

вовал в работе международной школы в Халле-Заале (Германия) в качестве лектора и руководителя российской делегации, а также в работе международной школы по электронной кристаллографии в Эриче в 2004 г. (Италия) и в качестве лектора и директора школы в 2011 г. В 2003 г. он организовал Международную школу по этому же направлению в ИК РАН. А в 2007 г. им была организована первая в мире Международная конференция по многомасштабному моделированию материалов (ЭМММ-2007), которая впервые была посвящена сопоставлению теории с электронно-микроскопическим экспериментом. В 2002 г. на конгрессе Международного союза кристаллографов он был избран в комиссию по дифракции электронов и участвовал в работе этой комиссии до 2014 г. В 2008 г. на очередном конгрессе в Осаке (Япония) он возглавил микросимпозиум, посвященный исследованиям связи структуры с физическими свойствами с помощью дифракционных методов. А.С. Авилов — активный организатор трех последних Российских конференций по электронной микроскопии: РКЭМ-27, РКЭМ-28 и РКЭМ-29.

В жизни А.С. Авилов — скромный и отзывчивый человек. В институте знают, что Анатолий Сергеевич обладает красивым баритоном. В свое время, начиная работать в ИК РАН (1966 г.), он прошел прослушивание в Гнесинском училище и остро встал вопрос о певческой карьере. Но он выбрал науку.

Друзья, ученики, коллеги и редколлегия журнала “Кристаллография” сердечно поздравляют Анатолия Сергеевича Авилова с 80-летием и ждут от него новых выдающихся результатов. Желаем ему оставаться таким же увлеченным и деятельным в своих начинаниях и передавать свой богатейший опыт молодым ученым. Желаем ему крепкого здоровья и семейного благополучия.