

К истории лаборатории эпитаксиальных слоёв.

Ю.М. Румянцев

История нашей лаборатории насчитывает 60 лет и начиналась она с приказа №402-84 от 22 мая 1963г. «О назначении заведующих отделами, лабораториями и распределении сотрудников по лабораториям в связи с изменением структуры ИНХ». Приказ появился во времена, когда в Советском Союзе разворачивались работы по созданию промышленности для изготовления микросхем и других полупроводниковых устройств, необходимых для компьютеров и приборов оборонного назначения. При этом поддерживались научные исследования в области полупроводникового материаловедения. В связи с этим, создавался огромный комплекс научных и производственных предприятий в Зеленограде, крупные отраслевые институты в Москве и некоторых других городах. Молодое Сибирское отделение АН СССР также внесло свою лепту и организовало Институт физики полупроводников и поддерживающий его отдел химии полупроводников в соседнем Институте неорганической химии СО АН СССР, который был создан раньше. ИНХ в то время уже адаптировался к местным условиям; построил и освоил здания, сформировал коллектив сотрудников и расширял исследования в различных областях неорганической химии. Однако он не проводил и даже не планировал работ, связанных с полупроводниками и их соединениями.

Выполняя решение Президиума АН СССР, директор ИНХ, академик А. В. Николаев произвел изменение структуры Института и организовал большой новый Отдел химии полупроводников в составе 7 лабораторий, причем часть из них была переведена в прежнем составе из других отделов, а другие созданы заново из сотрудников Института. Среди последних была и наша лаборатория. Первоначально она называлась «лаборатория полупроводниковых пленок и защитных покрытий», а позднее (в 1971 г.) была переименована и получила название «лаборатория эпитаксиальных слоев». Сначала в лаборатории было всего 7 сотрудников: 6 младших научных сотрудников и 1 старший лаборант. Их имена: Кузнецов Ф.А., Коковин Г.А., Кравченко В.С., Данилович В.С., Румянцев Ю.М., Чусова Т.П., Смирнова Т.П. Все они были переведены из разных лабораторий, имели разные специальности по образованию, но примыкающие к физической химии. Руководителем лаборатории был назначен Федор Андреевич Кузнецов, недавно окончивший аспирантуру МГУ и получивший там степень кандидата химических наук. Лаборатории выделили 2 пустых химических комнаты на первом этаже Главного корпуса, мы перетащили в одну из них подаренную кем-то новую немецкую вакуумную установку НВА-1, предназначенную для напыления металлических пленок, и с тем начали свою деятельность. Поскольку мы представления тогда не имели о том, что такое «эпитаксиальные пленки» и как их можно получать, пришлось много

учиться. В процессе обучения необходимо было выбрать тематику исследований, объекты и методы работы. Тонкие пленки в качестве объектов были определены в названии лаборатории. На основе изучения литературы были выбраны материалы, которые представлялись тогда наиболее перспективными: германий, кремний, арсенид галлия и диоксид кремния. Эти материалы были распределены между сотрудниками лаборатории при том, что Т. Чусова продолжала проводить свои прежние исследования высокотемпературной электропроводности оксидов церия, Г.А. Коковин продолжал тензиметрическое изучение бромидов вольфрама, а Т.П. Смирнова выбрала в качестве диссертационной работы изучение термодинамических свойств тонких пленок серебра. Оставшиеся сотрудники занялись созданием установок для исследования газофазных процессов роста тонких пленок указанных выше материалов. Кроме того, Ф.А. Кузнецов совместно с Г.А. Коковиным уже тогда начал заниматься термодинамическим моделированием и математическими расчетами этих процессов. Позднее к ним присоединился Я.М. Буждан, который перевелся к нам из другого института. Тогда же у нас появился первый аспирант В.И. Белый, его Федор Андреевич знал ещё со времен МГУ. В.И. Белый занялся германием и его оксидами и успешно закончил аспирантуру. Появились у нас и первые студенты из НГУ: Б. Аюпов, А. Рубайло, А. Андреева. Двое из них защитили дипломы и остались в лаборатории, А. Рубайло после защиты уехал в Красноярск. Шестидесятые годы были для сотрудников лаборатории годами напряженного труда и завоевания позиций в научной среде. К 1970 году почти все из них защитили кандидатские диссертации и ликвидировали тот разрыв, который образовался за счет перехода в новую лабораторию и смены тематики работы.

Период 1967 – 1971 г.г. – время установления международных контактов лаборатории с коллегами из США, Франции, Японии, Швеции, который позднее расширится на Азиатско-тихоокеанский регион: Индия, Китай, Тайвань, Южная Корея.



В 1971 году Ф.А. Кузнецов защитил докторскую диссертацию на тему «Некоторые физико-химические аспекты осаждения из газовой фазы». Вскоре после этого он был назначен

на пост заместителя директора Института по научной работе, оставаясь одновременно руководителем лаборатории. Ещё ранее он стал заведующим отделом химии полупроводников, который в 1971 году был реорганизован и переименован в Отдел химии материалов для микроэлектроники. В результате этого в нашу лабораторию были переведены сотрудники: Кравченко Л.Х., Дидора Н.Ф., Прохорова С.А., Васильев Я.В., Грайфер М.З., Бартницкий И.Н. В те же годы в лабораторию пришли проходившие дипломную практику выпускники НГУ: Файнер Н.И., Федорова Т.В., Горш Л.Э., Стенин Ю.Г., Демин В.Н., Тестова Н.А. Из Ленинградского Университета приехали братья В.А. и А.А. Титовы, а немного позднее С.В. Сысоев. Состав лаборатории сильно расширился, а вместе с этим и фронт работ. Группа Ю.М. Румянцева, наряду с арсенидом галлия, изучала другие сложные полупроводниковые соединения: InAs, InP, GaP, CdS. Одновременно с газофазными и газотранспортными процессами изучались другие новые процессы. Так, В.Н. Демин провел исследование процесса электрожидкостной эпитаксии GaAs и InAs, а М.З. Грайфер изучал эпитаксию германия по механизму пар-жидкость-твердое. В.С. Кравченко от эпитаксиальных пленок Ge перешел к тонким пленкам сверхпроводников Nb₃Ge и Sn₃Ge. Большая группа Г.А. Коковина развивала методы термодинамического моделирования не только эпитаксиальных процессов синтеза пленок Si, GaAs, CdS и других, но также процессов старения (деградации) этих пленок и структур на их основе. В 70-х годах наша лаборатория внесла большой вклад в установление и поддержание научных связей Института с другими учреждениями, как внутри Советского Союза, так и за рубежом. Лаборатория принимала самое активное участие в организации и проведении Всесоюзных симпозиумов по процессам роста и синтеза полупроводниковых кристаллов и пленок в Новосибирске и летних школ по этой же тематике в различных интересных местах страны. Всего тогда было проведено 7 симпозиумов и 4 школы, и это принесло большую пользу в нашей работе. За эти годы состав лаборатории сильно вырос, в ней было уже около 30 человек, и это стало затруднять управление её работой. К тому же в лаборатории выросли ученые, которые могли сами возглавить свои подразделения. Федор Андреевич начал постепенно создавать на основе нашей новые лаборатории, которые бы выполняли более широкие задачи. В 1971 была выделена группа сотрудников во главе с к.х.н. В.И. Белым, которая составила основу лаборатории диэлектрических слоев. В 1983 году была образована лаборатория термодинамики неорганических материалов во главе с к.х.н. Г.А. Коковиним. В неё вошли многие наши лучшие сотрудники: Ю.Г. Стенин, В.А. Титов, А.А. Титов и другие. Несколько позднее (1991 г.) группа Я.В. Васильева была выделена как самостоятельная технологическая группа 451, ставшая затем лабораторией роста кристаллов во главе с В.Н. Шлегелем. Одновременно в нашу лабораторию вводились другие сотрудники со своими темами и оборудованием. У Ф.А. Кузнецова, когда он был директором Института,

было интересное правило: когда ему нужно было решить какую-то трудную проблему с сотрудниками лабораторий, он переводил их в свою лабораторию и давал возможность продолжать их работу. Так у нас появились Г.С. Юрьев со своим аспирантом Е.А. Максимовским, большая группа Ю.А. Рыбина, Ю.В. Шубин, А.М. Бадалян и О.В. Поляков. Все они работали в лаборатории продолжительное время, а потом ушли в другие подразделения. В 1988 году в состав лаборатории была включена большая самостоятельная группа (12 человек) во главе с В.В. Баковцом, а в 2002 году А.В. Окотруб, Л.Г. Булушева и А.В. Гусельников. Сотрудники группы В.В. Баковца в переменном составе работали в лаборатории до 2006 года, когда были переведены в лабораторию синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ, где В.В. Баковец стал заведующим. Группа А.В. Окотруба, выросшая к этому времени до 6 человек, в 2006 году была выделена из лаборатории и составила вновь образованную лабораторию физикохимии наноматериалов. И это была последняя лаборатория, вышедшая из недр лаборатории эпитаксиальных слоев. Впоследствии состав её немного изменился, в частности, в неё были возвращены сотрудники лаборатории диэлектрических слоёв, которая была ликвидирована.

В 90-е годы лаборатория переживала большие трудности, выживая, в основном, за счет небольших грантов и хоздоговоров, но научную работу не прекращала. Правда, направление исследований пришлось несколько изменить. Группа В.С. Кравченко (Ю.В. Шевцов, О.В. Маслова, О.Л. Березняк), используя возникший в мире бум с высокотемпературными сверхпроводниками, начала работу по синтезу ВТСП-керамик на основе оксидов V_i , Ca и Cu . Им удалось найти условия синтеза и высокотемпературного отжига ВТСП-керамики с лучшими в Институте характеристиками. Для проведения этих работ группа получила большие средства, которые использовала также на создание большой экспериментальной установки, которую можно было применять для синтеза тонких слоев ВТСП из газовой фазы. К сожалению, быстрое падение интереса к ВТСП и прекращение финансирования не позволили закончить эти исследования.

Группа Ю.М. Румянцева (Н.И. Файнер, М.Л. Косинова, Е.А. Максимовский, В.С. Суляева), традиционно занимавшаяся газофазными процессами синтеза эпитаксиальных слоёв сложных полупроводников A^3B^5 , A^2B_6 , должна была перейти на другие методы и объекты. Современный уровень исследований данных полупроводников мог быть достигнут только при применении сложного и дорогостоящего оборудования и помещений высокой чистоты. Поскольку ничем из этого лаборатория не владела, группа перешла на исследование процессов синтеза тонких диэлектрических слоёв нитрида бора, карбонитридов бора и кремния. Для этого применили газофазные процессы, стимулированные высокочастотной плазмой ВЧ-разряда, оборудование для которых сконструировали и изготовили самостоятельно.

Особенностью этих процессов является использование в качестве исходных веществ нетрадиционных соединений: элементоорганических соединений бора и кремния. В этом направлении в лаборатории было выполнено большое количество работ, которые закончились защитой 5 кандидатских диссертаций. В 2005 году Ф.А. Кузнецов покинул пост заведующего лабораторией, так как в Академии наук в то время существовал порядок, по которому руководители подразделений обязаны были оставить свою должность по достижении некоторого возраста. Так как Ю.М. Румянцев в то время был заместителем заведующего лабораторией, его назначили исполняющим обязанности заведующего, и он оставался на этой должности около 2-х лет до достижения своего «критического» возраста.



В 2007 году заведующей лабораторией эпитаксиальных слоёв была избрана к.х.н. М.Л. Косинова, которая работала в лаборатории много лет, пройдя путь от студентки до старшего научного сотрудника, и приобрела большой опыт научной работы. Кроме того, по совместительству она работала в дирекции на должности Ученого секретаря Института по международным связям, где приобрела опыт организаторской работы. Последующая деятельность М.Л. Косиновой на этой должности свидетельствует о том, что тот выбор был правильным. При ней лаборатория продолжила работу по выбранному направлению и успешно сохраняла завоёванные позиции. За счет средств, полученных по разным грантам, были отремонтированы помещения лаборатории, приобретены 4 крупные экспериментальные установки, чего не было никогда ранее. Была проведена серьёзная работа по омоложению и

обновлению состава лаборатории. В то время, как ветераны последовательно покидали ряды сотрудников, в лабораторию настойчиво приглашались в аспирантуру способные выпускники НГУ и НГТУ. Им обеспечивались хорошие условия для работы: интересная тема, экспериментальные установки, оборудование и материалы, всесторонняя помощь и поддержка. В результате за несколько лет 6 аспирантов лаборатории успешно закончили аспирантуру, защитили кандидатские диссертации и пополнили ряды сотрудников. Это В.Р. Шаяпов, М.С. Лебедев, Е.Н. Ермакова, Р.В. Пушкарев, И.С. Меренков и А.Г. Плеханов. В настоящее время именно они определяют, в основном, лицо лаборатории и продолжают её традиции. Будем надеяться, что наша лаборатория, которая в 2018 году сменила своё название на лабораторию функциональных пленок и покрытий, будет работать ещё долго и успешно.

к.х.н. Ю.М. Румянцев