

## АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ДВУРЕЧЕНСКИЙ (К 70-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



10 апреля 2015 г. исполнилось 70 лет заместителю директора, заведующему лабораторией неравновесных полупроводниковых систем Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, лауреату Государственной премии, члену-корреспонденту РАН Анатолию Васильевичу Двуреченскому.

А. В. Двуреченский — известный в мире специалист в области радиационной физики, атомной структуры и электронных явлений в полупроводниках и полупроводниковых низкоразмерных системах, технологии полупроводниковой микро-, опто- и наноэлектроники. Область научной деятельности А. В. Двуреченского — атомная и электронная конфигурация дефектов, вводимых в полупроводники при облучении быстрыми частицами, синтез полупроводниковых наногетероструктур из молекулярных пучков, гетероструктуры с квантовыми точками, квантовыми ямами, лазерный отжиг.

А. В. Двуреченский в 1968 г. окончил физический факультет Новосибирского государственного университета по специальности «физика». Его научная деятельность началась в Институте физики полупроводников СО АН СССР в лаборатории радиационной физики. Перед молодым сотрудником была поставлена задача исследования дефектов в кремнии методом электронного парамагнитного резонанса. В 1974 г. он защитил кандидатскую диссертацию «Взаимодействие дефектов, введенных ионной бомбардировкой в кремний, между собой и примесью»,

а в 1988 г. ему была присуждена степень доктора физико-математических наук за работу «Радиационная модификация неупорядоченных систем на основе кремния». В 1993 г. Анатолию Васильевичу было присвоено звание профессора по специальности «Физика полупроводников и диэлектриков». В 2008 г. он был избран членом-корреспондентом РАН (специальность «наноэлектроника») по Отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН.

Основная направленность проводимых А. В. Двуреченским исследований была связана с разработкой метода и технологии процесса легирования полупроводников с помощью ионной имплантации, а также нейтронного облучения. В реализации радиационных методов легирования полупроводников главная проблема заключалась в огромном числе дефектов, возникающих в материале при насильственном введении даже единичного элемента с помощью ускорительной техники. Вводимые дефекты катастрофически изменяли свойства материала, особенно полупроводников как наиболее чувствительных к внешним воздействиям даже при слабых потоках частиц. Дефекты фактически маскировали проявление легирования материала — изменение свойств, связанных с внедренным химическим элементом. Полученные А. В. Двуреченским с коллегами результаты исследований формирования и перестройки дефектов, перехода кристалла в аморфное состояние при ионном облучении привели к первым успехам в решении проблем легирования материала. Температура перекристаллизации аморфизированных ионной имплантацией слоев оказалась заметно ниже температуры устранения многих точечных и протяженных дефектов кристаллической структуры.

Прорывным успехом в решении проблемы устранения дефектов стало «Открытие явления импульсной ориентированной кристаллизации твердых тел («лазерный отжиг»)». Именно под таким названием за цикл работ по исследованию процессов взаимодействия импульсного излучения с твердым телом в 1988 г. А. В. Двуреченскому с коллегами из ИФП СО АН, КФТИ АН, ФТИ им. Иоффе и ФИАН была присуждена Государственная премия СССР. Суть явления заключалась в восстановлении кристаллической структуры после импульсного воздействия лазерного излучения на ионно-легированные полупроводниковые пластины с аморфным слоем. Скорость превращения аморфного слоя в монокристаллическую область оказалась на много порядков выше величин, типичных для роста кристаллов. Этот факт вызывал особый интерес к лазерному отжигу у исследователей различных областей. А. В. Двуреченским с кол-

легами установлены закономерности структурных превращений и растворимости легирующих элементов при высоких скоростях кристаллизации в условиях импульсного лазерного/электронного нагрева аморфных слоев кремния. В рамках международного сотрудничества по теме «Разработка физических основ ионно-импульсной модификации материалов микроэлектроники» в 1988 г. ему с коллегами была присуждена международная премия Академий наук СССР и ГДР. С позиций практического применения развитое направление обеспечило наиболее полную реализацию достоинств технологии ионной имплантации, ставшую в настоящее время главной и фактически единственной технологией в процессах легирования полупроводников при производстве изделий электронной техники во всем мире. Импульсный (лазерный) отжиг также стал базовой технологией в ведущих мировых фирмах — производителях различных схем и устройств электронной техники.

На основе проводимых в настоящее время исследований морфологических изменений поверхности при росте из молекулярных, ионно-молекулярных пучков и последующего лазерного отжига А. В. Двуреченским с сотрудниками разработана технология создания нового класса полупроводниковых гетероструктур с квантовыми точками в системе германий/кремний (двухмерные и трехмерные ансамбли квантовых точек). Предложены и разработаны методы, обеспечивающие повышение однородности ансамбля квантовых точек по размерам, упорядочению их в пространстве, выполнены пионерные работы по изучению электрических, оптических и магнитных явлений в созданных наногетероструктурах, выявлены одноэлектронные и коллективные эффекты, установлены электронная структура одиночных и ансамбля туннельно-связанных квантовых точек, закономерности переноса заряда, оптических переходов и спиновых состояний. На основе полученных фундаментальных результатов по направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» разработаны новые подходы в создании полупроводниковых приборов.

А. В. Двуреченский сочетает научно-исследовательскую работу с педагогической деятельностью: с 1987 г. преподает в Новосибирском нацио-

нальном исследовательском государственном университете на кафедре «Физика полупроводников», с 1991 г. — профессор этой кафедры. Он разработал и читает спецкурсы «Радиационная физика полупроводников», «Физические основы нанотехнологии». А. В. Двуреченский является автором и соавтором более 380 научных публикаций, включая главы в 9 коллективных монографиях, получил 10 авторских свидетельства, три патента. Под его научным руководством защищены три докторские и двенадцать кандидатских диссертаций.

В рамках международного сотрудничества работал в Университете штата Нью-Йорк в Олбани (США), исследовательском центре Россендорф в Дрездене (Германия), Университете Фудан в Шанхае (КНР). С 2012 г. — член комиссии по развитию физики Международного союза фундаментальной и прикладной физики (International Union of Pure and Applied Physics, IUPAP).

А. В. Двуреченский принимает активное участие в жизни Института, РАН, г. Новосибирска. Он является заместителем председателя Научного совета РАН по проблеме «Радиационная физика твердого тела», членом научных советов РАН по проблемам «Физика полупроводников» и «Физико-химические основы материаловедения полупроводников», членом редколлегий журналов «Известия вузов. Материалы электронной техники», «Успехи прикладной физики», заместителем председателя диссертационного совета по защитах докторских и кандидатских диссертаций при ИФП СО РАН, руководителем ряда программ СО РАН, членом Экспертного совета ВАК по физике. В 2008—2010 гг. А. В. Двуреченский являлся членом рабочей группы федеральной целевой программы РФ «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы» по направлению «Индустрия наносистем и материалы».

Работы члена-корреспондента РАН А. В. Двуреченского отмечены правительственными наградами: Государственной премией СССР (1988 г.), премией Академий наук СССР и ГДР (1988 г.), Правительства РФ в области образования (2014 г.). Имеет грамоты РАН (2004 г.), Министерства образования и науки РФ (2007 г.), города Новосибирска (2014, 2015 гг.).

*От всей души поздравляем Анатолия Васильевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья и успехов в реализации его научных планов.*

*Коллеги, друзья, ученики*