

## ГОЛОВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО ФИЗИКЕ Se и Te В СССР .

Н.Б. СОЛТАНОВА

*Институт физики НАНА**Пр. Г. Джавида 131, AZ-1143, Баку, Азербайджан*

В статье рассматривается ведущая роль Института физики АН Аз. ССР по теме «Физика Se и Te. Техника и приборостроение на их основе» по всему СССР. Отмечена активная деятельность организатора данной идеи и школы физики полупроводников в Азербайджане академика Г.Б.Абдуллаева.

**Key words:** полупроводники, селен, теллур, выпрямитель, Азербайджан.

Вторая половина XX в. Технический прогресс, широкая применяемость полупроводников в промышленности, технике и быту. Зарубежные ученые далеко опережали советскую науку. Их информацию советские ученые не получали. В 1955г. в Институте физики и математики АН Аз. ССР деятельность док. физ.-мат. наук, член-корр. АН Аз. ССР Г.Б. Абдуллаева была активной. В годовом плане уже появилась Проблема «Полупроводники и их техническое применение» под его руководством. Г.Б.Абдуллаев был одним из тех, кто ясно видел актуальность проблемы. Его научная интуиция помогла уловить пульс времени. В Отделе физики основными проблемами, были физика нефти и физика полупроводников. Проблемы постепенно сменились местами. Первое место уже заняла физика полупроводников. Методом меченых атомов изучена диффузия примесей Вг, Fe, S, Hg, Zn, Sr в Se. Получены результаты, позволяющие выяснить физический механизм процессов, приводящих к старению и расформовке Se-x выпрямителей. Изучено влияние примесей Вг и I на электронные спектры поглощения Se. Предложен оптический метод для обнаружения в Se примесей Вг, что имеет особое значение для экстренного определения чистоты Se, потребляемого при изготовлении выпрямителей. Se становится центром обсуждений. Было изучено влияние примесей Вг и I на физические свойства Se. По инициативе Г.Б.Абдуллаева в АГУ в 1956г. была открыта кафедра физики полупроводников – это одна из первых кафедр физики полупроводников в СССР. В 1959 г. же открыт самостоятельный физический факультет в АГУ. В 1957 г. Г.Б.Абдуллаев назначен директором Института физики и математики АН Аз. ССР. За короткий промежуток времени Институт, благодаря работам Г.Б.Абдуллаева и его учеников по получению кристаллов Se, Te, их сложных соединений, комплексному изучению их физических свойств и созданию новых полупроводниковых преобразователей приобрел авторитет одного из ведущих научных центров Советского Союза. В 1957 г. Институт физики и математики АН Аз. ССР утвержден головной организацией в СССР научно-технического направления «Физика и техника приборов на основе Se». Полученная репутация была последствием высокого уровня исследований. Институт уже официально приобрел свое научное направление. В Азербайджане вопросами физики твердого тела с 20-х г. занимались профессора

С.Н.Усатый, Е.Б.Лопухин, Х.И.Амирханов. Одним из первых работ было открытие теплового выпрямления (1939). Руководителем-консультантом в этом направлении был сам проф. А.Ф.Иоффе. Резкое взмывание ввысь за короткий промежуток времени - становление Института головной организацией по физике Se в Союзе в истории Института физики и математики АН Аз. ССР - яркий пик. Головная организация по всему Союзу – это не простая заслуга – очень сложная и ответственная работа. Г.Б.Абдуллаев - талантливый ученый, чувствовал, видел актуальные проблемы и ветви, которые отходили от проблем, сумел найти подход к решению появившихся вопросов, сумел решить ряд сложных задач. Сильная научная интуиция, большая трудоспособность, научная активность помогли ему за короткое время собрать вокруг себя талантливых, активных ученых. В Институте появилась живая, энергичная атмосфера. Г.Б.Абдуллаев сам учил и направлял молодых ученых, увлеченных наукой, учиться у ведущих ученых. Так назревала, зарождалась научная школа. Постепенно эта школа стала действовать как активная школа экспериментальной физики. Расширяются международные связи. Г.Б.Абдуллаев и сотрудники института участвуют на международных конференциях, совещаниях. За 1957 г. были получены ценные результаты. Перечисление результатов займет большое место. В 1963 г. Э.Ю. Салаев завершил работу, выполненную совместно с Физическим институтом АН СССР, в результате которой впервые показана возможность получения в GaSe инверсной заселенности и создан полупроводниковый лазер с электронной накачкой. В 1968 г. основное внимание было уделено исследованию ряда важных полупроводников типа  $A^{III}B^V$ ,  $A^{III}B^VI$ ,  $A^{IV}B^VI$  халькогенидов Cu и Ag, полупроводников сложного химического состава – типа  $A^{II}B_2^{III}C_4^{VI}$  полупроводниковых твердых растворов, антиферромагнитных полупроводников и физических процессов, происходящих в Se-x и Si-x p-n переходах. Исследования по разделу «Физика полупроводников» велись по некоторым вопросам теории кинетических явлений и энергетического спектра полупроводников. Получены температурная и полевая зависимости магнитосопротивления в квантовом пределе для полупроводников с непараболической зоной. Построена микроскопическая теория появления обменно-связанного дипольного электрического момента и электрического момента, связанного с

существованием слабого ферромагнетизма. Установлено, что независимо от валентности вводимых примесей, теплопроводность решетки в образцах р-типа больше чем п-типа. Выявлена общность этого факта как для соединений  $A^{III}B^{VI}$ , так и полупроводников  $A^{IV}$  и объяснена взаимодействием между примесями и заряженными вакансиями. На примере тройных систем Jn-Sb-Te и Ga-Sb-Te показано, что при наличии собственных дефектов политропия примесей элементов IV группы проявляется при их более низких концентрациях. Наверно, это носит общий характер для всех тройных систем  $A^{III}-B^V - C^{VI}$ . Исследования, проведенные в Институте, позволили выявить новый класс сложных полупроводников, представляющих собой двойные и тройные соединения Se и Te, оказавшихся перспективными для квантовой электроники, радио и электротехники. Впервые на монокристаллах GaSe было получено индуцированное излучение и созданы оптические квантовые генераторы видимого диапазона. Институт успешно выполнил цикл работ по физике и химии тонких полупроводниковых пленок. Результаты этой работы нашли широкое применение в заводах микроэлектроники МЭП СССР. Впервые получены монокристаллы гексагонального селена с электронной проводимостью ниже  $200^0 K$ , что является предпосылкой разработки р-п переходов, работающих при низких температурах. Другое важное направление проблемы «Физика полупроводников» – это исследование энергетического спектра элементарных возбуждений в полупроводниках, их взаимодействий друг с другом. В этом направлении получен ряд интересных результатов. Теоретические и экспериментальные исследования зонной структуры и явления переноса в полупроводниковых соединениях  $A^{III}B^V$  и  $A^{II}B^{VI}$ , а также твердых растворов на их основе позволили определить степень влияния не параболичности зоны проводимости на рассеяние электронов. Впервые обнаружено появление полос люминесценции в кристалле GaSe, легированного Sn, Ge и I-ом. Под действием пучка быстрых электронов получены сильные рекомбинационные излучения в соединениях типа  $A^{III}B_2^{VI}C_4^{VI}$  ( $CdJn_2S_4$ ,  $CdGa_2S_4$ ,  $CdJn_2Se_4$ ,  $CdGa_2Se_4$ ) и исследованием оптических фотоэлектрических и фотомангнитных свойств интерпретированных в спектрах спонтанного излучения. Большое значение придавалось излучению взаимодействия ультразвука с электронами проводимости полупроводника в связи с возможностью создания УЗ-х генераторов. Исследования физических процессов в Se-х выпрямителях позволили разработать научные основы совершенствований существующих технологий и создание новых высокоэффективных технологий

изготовления Se-х диодных структур. Работы Г.Б.Абдуллаева по исследованию Se привели к созданию новых высокоэффективных селеновых преобразователей и десятков устройств на их основе. Эти приборы и устройства по категории качества находились на уровне мировых стандартов. В середине 60-х годов проф. Г.Б.Абдуллаев выдвинул вопрос об изучении новых сложных структурных аналогов анизотропных полупроводников. Группа сотрудников Института физики под руководством Г.Б.Абдуллаева первой в Союзе приступила к получению и всестороннему систематическому изучению физических особенностей новых к тому времени бинарных полупроводниковых соединений. Была разработана технология получения совершенных монокристаллов типа  $A^{III}B^{VI}$ , их твердых растворов и сложных аналогов. С именем Г.Б.Абдуллаева связан цикл фундаментальных работ по исследованию оптических свойств и энергетической структуры полупроводников типа  $A^{III}B^{VI}$ , который значительно расширил возможности полупроводниковой электроники. Было установлено, что кристаллы GaSe по многим параметрам значительно превосходят в настоящее время другие нелинейные кристаллы в ИК-области и являются перспективными для квантовой электроники, нелинейной оптики и создания генераторов с перестраиваемой частотой излучения. Была разработана система оптической связи с применением частотной модуляции лазерного излучения. В приемном устройстве системы связи преобразователем частотно-модулированных сигналов в амплитудно-модлированных служил «Дешифратор» на основе кристалла GaSb. Исследования физических свойств халькогенидов I-й и III-й групп таблицы Менделеева и процессов в диодных структурах на их основе впервые привели к обнаружению управляемых эффектов, полярнозависимых и независимых переключений и памяти. На основе монокристаллов соединений  $A^{III}B^{VI}$  был создан практически идеальный бистабильный прибор, в котором высокоомное состояние обладает металлической проводимостью. Были созданы многофункциональные переключающие приборы с памятью, управляемые электрическим полем и освещением. В 1969 г. Институт физики АН Азербайджана был повторно утвержден головным в СССР по теме «Физика селена и теллура. Техника и приборостроение на их основе». Институт физики АН АзССР в мировой науке был признан ведущим научным учреждением по исследованию физических свойств GaSe и Se. Заслуг и побед было достаточно. Во всех этих победах ясно видна научная и организаторская деятельность академика Г.Б.Абдуллаева.

[1] *Н.Б. Солтанова.* История развития физики в Азербайджане. Академик Г.Б.Абдуллаев. LAP, Германия, 2014, 270с

[2] Материалы архива НАНА (Отдела сбора и систематизации научного наследия Азербайджана – Фонд 4;5;7;14)