

Памяти Шулима Мееровича Когана

PACS numbers: 01.60.+q

21 октября 2014 года не стало выдающегося учёного, физика-теоретика в области физической кинетики и физики твёрдого тела, Шулима Мееровича Когана. Большая часть его научной деятельности прошла в Институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН. Он умер в Пало-Альто (Калифорния, США) после долгой болезни.

Ш.М. Коган родился в 1930 году в Аккермане на территории, тогда принадлежавшей Румынии. В 1940 году Аккерман перешёл к СССР, а летом 1941 года после начала Великой Отечественной войны его семья эвакуировалась на Урал, что фактически спасло ему жизнь. В 1953 году он окончил Уральский государственный университет им. А.М. Горького в Свердловске и несколько лет преподавал физику в средней школе.

В 1956 году он поступил в аспирантуру к В.Л. Бонч-Бруевичу на кафедру физики полупроводников в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а в 1959 году пришёл на работу в Институт радиотехники и электроники АН СССР (ныне ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), в котором проработал больше тридцати лет. Здесь он защитил докторскую диссертацию и возглавил теоретическую лабораторию ИРЭ, сотрудники которой внесли заметный вклад в самые разные области физики твёрдого тела. Именно здесь он получил результаты, которые принесли ему мировую известность.

Ш.М. Коган занимался разными аспектами теории полупроводников. В 1962–1968 годах он исследовал физические явления в полупроводниках с отрицательной дифференциальной проводимостью. В 1960-е годы эта проблема была одной из самых горячих точек в физике полупроводников. Но именно в его работах теория электрических неустойчивостей, приводящих к образованию доменов электрического поля и шнуров тока, приобрела ту законченную форму, в которой она широко используется многими исследователями на протяжении уже почти пятидесяти лет для самых разных систем в твёрдых телах, плазме и в последнее время в низкоразмерных структурах.

Шулим Меерович внёс большой вклад в изучение фотоэлектрических явлений в полупроводниках. Он ввёл понятие тензора фотопроводимости и построил теорию анизотропной фотопроводимости в однородных проводниках с изотропной диэлектрической проницаемостью и проводимостью, открыл электронный фото-термоманитный эффект.

Многие его исследования были связаны со спектроскопией мелких примесей в полупроводниках. В соавторстве с экспериментаторами — Т.М. Лифшицем и



Шулим Меерович Коган
(30.01.1930 – 21.10.2014)

Ф.Я. Надем — он разработал новый метод их определения — фото-термоионизационную спектроскопию. Он также предложил и реализовал новый способ расчёта спектров мелких примесей, который позволял находить их с гораздо большей точностью, чем обычный вариационный метод.

Ш.М. Коган доказал, что резонансное взаимодействие электрона на примеси в полупроводнике с оптическими фононами приводит к возникновению локальных оптических колебаний и, как следствие, дополнительной линии в спектре оптического поглощения. Шулим Меерович внёс существенный вклад в теорию неупорядоченных полупроводников. Вместе с Б.И. Шкловским он вычислил функцию распределения электрического поля в слабелегированных компенсированных полупроводниках.

Научные интересы Шулима Мееровича не ограничивались полупроводниками. В соавторстве с В.Л. Гинзбургом он выяснил роль деформации решётки в экспери-

ментах по возбуждению электрического тока в металле путём его механического ускорения. В начале семидесятых годов он исследовал бесстолкновительную релаксацию энергетической щели в сверхпроводниках. Оказалось, что при определённых начальных возбуждениях и в отсутствие неупругого рассеяния электронов сверхпроводящий параметр порядка осциллирует с частотой энергетической щели с амплитудой, затухающей степенным образом. Это поведение похоже на затухание Ландау в бесстолкновительной плазме.

Шулиму Мееровичу приходилось заниматься многими задачами, однако делом его жизни стала теория неравновесных флуктуаций в твёрдых телах. В 1969 году он построил теорию квазиклассических флуктуаций в неравновесных системах и предложил метод вычисления корреляционных функций этих флуктуаций. Он основан на добавлении в правую часть уравнения Больцмана ланжевенского источника, отвечающего за флуктуации функции распределения. Самым нетривиальным шагом в этой теории было написание корреляционной функции ланжевенских источников исходя из представления о рассеянии носителей заряда как о случайном пуассоновском процессе. Эти результаты цитируются в *Курсе теоретической физики* Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица. Первоначально построенная Шулимом Мееровичем теория использовалась для вычисления шума горячих электронов в однородных полупроводниках. Однако она получила второе дыхание в 1990-х годах, когда её успешно применили к вычислениям дробового шума в наноструктурах с вырожденными электронами. С её помощью удалось вычислить неравновесный шум в металлах с большим содержанием примесей и даже в гибридных системах сверхпроводник — нормальный металл. Этот метод, часто называемый методом Больцмана — Ланжевена, до сих пор остаётся незаменимым для расчётов шума в системах с сильным неупругим (электрон-электронным или электрон-фононным) рассеянием.

Другим крупным успехом Ш.М. Когана был предложенный им механизм низкочастотного токового шума в металлах со спектром, обратно пропорциональным частоте, так называемого шума $1/f$. Он связал этот шум с равновесными тепловыми движениями дефектов в них и показал, что его величина должна быть пропорциональна уровню внутреннего трения в этих металлах. Позднее этот механизм токового шума назвали механизмом локальной интерференции, и его существование было подтверждено экспериментально. Шулиму Мееро-

вич много размышлял о природе низкочастотного токового шума и пытался связать его с фундаментальными свойствами неупорядоченных систем, такими как иерархия энергий активации между их состояниями. В частности, он предсказал, что в спиновых стёклах должен наблюдаться низкочастотный равновесный магнитный шум со спектром, также обратно пропорциональным частоте. К сожалению, ему так и не удалось до конца реализовать свои идеи в этой области.

Шулим Меерович относился к электрическому шуму не просто как к помехе при измерениях, а как к источнику ценной информации о физических процессах в разных проводниках. Своё видение природы электрического шума в твёрдых телах он изложил в книге *Electronic Noise and Fluctuations in Solids*, которая вышла на английском языке в 1996 году. В ней он проанализировал основные известные механизмы шума в разных системах начиная от полупроводников и кончая сверхпроводниками и, наряду со строгой теорией, дал простые качественные объяснения этого шума. Эта книга стала классической и цитируется в англоязычной Википедии как основной обзор в области электронного шума. В 2009 году она была переведена на русский язык и издана в России.

Ш.М. Коган воспитал целую плеяду учеников. Под его руководством защитили диссертации шесть кандидатов наук, а двое из них потом стали докторами.

Шулим Меерович умел находить крупные научные проблемы и всегда очень глубоко их осмысливал, стараясь дойти до самой их сути. У него была замечательная физическая интуиция, и он умело её использовал в работе, сочетая с научной строгостью. Обладая завидным темпераментом и ярким артистизмом, он был прекрасным лектором и докладчиком. Шулим Меерович пользовался высоким научным авторитетом среди физиков-твёрдотельщиков и своих коллег в институте. Он был общительным и жизнерадостным человеком, и его коллеги часто обращались к нему за помощью и советом. Он был предан науке и занимался ей до самой последней возможности. Светлая ему память.

*С.Н. Артеменко, А.Ф. Волков, В.А. Волков,
В.Н. Губанков, Ю.В. Гуляев, А.Е. Каплан,
К.Э. Нагаев, С.А. Никитов, В.А. Сабликов,
В.Б. Сандомирский, Р.А. Сурис,
С.Г. Тиходеев, А.Я. Шульман*