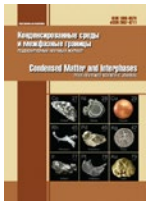


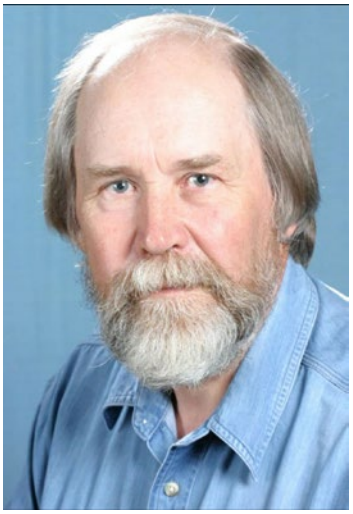
ISSN 1606-867X (Print)
ISSN 2687-0711 (Online)
Конденсированные среды и межфазные границы
https://journals.vsu.ru/kcmf/

Хроника

Памяти Владимира Андреевича Терехова к 80-летию со дня его рождения (20.09.1946 – 01.11.2024)

Заслуженный деятель науки РФ, профессор Э. П. Домашевская – Учитель профессора В. А. Терехова

Владимир Андреевич Терехов, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Член-корреспондент РАЕН, доктор физико-математических наук, профессор, Учитель, известный ученый, прекрасный педагог и человек, посвятивший всего себя науке, Воронежскому государственному университету, физическому факультету, кафедре физики твердого тела и наноструктур.



Владимир Андреевич, яркий представитель первого послевоенного поколения, родился 20 сентября 1946 года в селе Архангельское Воронежской области. Получил высшее образование на кафедре физики твердого тела физического факультета ВГУ в 1969 году, защитил кандидатскую (1978 г.) и докторскую (1994 г.) диссертации, получив ученые звания доцента и профессора. Председатель одного и член еще двух докторских диссертационных советов, автор нескольких сотен научных работ, научный руководитель 15 докторов и кандидатов физико-математических наук, среди которых нынешний заведующий кафедрой общей физики и физического материаловедения, доктор физико-математических наук С. Ю. Турищев и заместитель декана физфака по воспитательной работе, кандидат физико-математических наук К. А. Барков.

Научные интересы Владимира Андреевича, ученого с мировой известностью, были необычайно широки. Профессор Терехов стоял у истоков применения новых отечественных уникальных рентгеноспектральных приборов и пионерских методик их использования с источниками синхротронного излучения в исследовании новых материалов более сорока лет назад, пройдя после окончания ВГУ длительные стажировки на родине РСМ-500 в ЛГУ (Ленинград), а затем на единственном в СССР синхротроне в Новосибирске.

С начала 70-х годов к активным исследованиям межатомного взаимодействия и электронного строения в полупроводниках впервые в Воронеже привлекается новый метод ультрамягкой рентгеновской спектроскопии. Это было связано, прежде всего, с приобретением по инициативе Э. П. Домашевской уникального прибора – рентгеновского спектрометра-монохроматора РСМ-500, разработанного в Ленинградском университете профессором А. П. Лукирским, сыном известного академика П. А. Лукирского, соратника и сотрудника академика А. Ф. Иоффе, директора ФТИ АН СССР в Ленинграде.

Воронежский прибор (13^{й} по счету) был построен в Ленинграде на экспериментальном заводе НПО «Буревестник» под руководством его генерального директора Н. И. Комяка. В ВГУ прибор постоянно совершенствовал в процессе работы молодой ассистент В. А. Терехов, ученик Э. П. Домашевской, переведя его на безмасляные средства получения высокого вакуума, модерни-

зировав средства регистрации и добившись лучшей в СССР чувствительности прибора (рис. 1).

Особенности нового экспериментального подхода к определению природы межатомного взаимодействия и структуре зон в твердых телах состояли в комплексном использовании двух методов: рентгеновской спектроскопии (РС) и рентгеноэлектронной спектроскопии (РЭС). Такое сочетание методов создает уникальную возможность получить информацию о распределении как интегральной плотности состояний валентных электронов, отвечающих за химическую связь, так и локальной парциальной плотности состояний, дающей вклады в интегральную плотность состояний всех валентных электронов с различной симметрией состояний атомов всех сортов данного соединения.

Рентгеноспектральные исследования выполнялись в Воронеже на уникальном лабораторном приборе РСМ-500. В то время как рентгеноэлектронные спектры приходилось снимать в Москве, главным образом, в лаборатории академика В. И. Нефедова Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова (ИОНХ АН СССР) или в лаборатории профессора Ю. А. Тетерина в Курчатовском институте ядерной физики. В этих центрах появились первые в СССР рентгеноэлектронные спектрометры фирм «Varian» и «Hewlett Packard».

К этому же времени (70-е годы) относится получение В. А. Тереховым в Воронеже выдающегося результата на приборе РСМ-500 – обнаружение в спектрах парциальной плотности состояний монокристаллов кремния δ-образных локализованных максимумов в запрещенной зоне, обусловленных наличием донорных примесей с концентрацией около 10^{-4} ат. %. Лишь через десять лет эти результаты были воспроизведены в США, и то лишь с использованием синхротронного излучения. С этого времени на кафедре физики твердого тела стала развиваться физика локализованных состояний, которые играют определяющую роль в электрофизических и оптических свойствах сильнолегированных и разупорядоченных полупроводников.

Развиваемый подход стал успешно использоваться при исследовании полной локальной и парциальной плотностей состояния атомов в разупорядоченных конденсированных средах: от сильнолегированных до аморфных полупроводников и диэлектриков. Особое место уделялось исследованию локализованных состояний в запрещенной зоне, дающих прямую информацию о природе и количестве дефектов в реальных материалах: сильнолегированных, ионно-имплантированных полупроводниках, гидрированном аморфном кремнии и других материалах и гетероструктурах. Успешное развитие этого направления нашло отражение, прежде всего, в содержании докторской диссертации Терехова Владимира Андреевича «Локальная плотность электронных состояний в неупорядоченных полупроводниках» (1994 г.)

Рис. 1. Ассистент В. А. Терехов, будущий профессор ВГУ, получает первые результаты на новом рентгеновском спектрометре-монохроматоре РСМ-500 (начало 1970-х годов)

Разработанные в рамках этих исследований методики успешно использовались для анализа тонкопленочных систем, покрытий и композитов в рамках сотрудничества с ведущими университетами (МГУ им. Ломоносова, Ленинградский ЛГУ, Нижегородский университет им. Лобачевского и др.), с академическими институтами Москвы, Ленинграда, Новосибирска и Минска и крупными научно-производственными объединениями Воронежа (НПО «Электроника», ВЗПП-Микрон, НИИЭТ, ВЗПП-«Сборка», НПО «РИФ» и др.), и нашли отражение в 328 опубликованных работах, в числе которых публикации с Нобелевским лауреатом академиком Жоресом Ивановичем Алферовым, и в последующих кандидатских и докторских диссертациях, выполненных на кафедре физики твердого тела и наноструктур ВГУ, в том числе, под руководством профессора В. А. Терехова.

Преподаватели, студенты, многочисленные выпускники и ученики, ближайшие коллеги из Воронежского университета и многих других университетов, академических институтов и индустриальных предприятий России и

Беларуссии, ближнего и дальнего зарубежья, с кем тесно сотрудничал профессор В. А. Терехов, всегда будут помнить выдающиеся способности исследователя-экспериментатора, мудрого учителя-наставника и неиссякаемую духовную энергию, которую излучал Владимир Андреевич. *(рис. 2)*

Заведующий кафедрой общей физики и физического материаловедения, доктор физико-математических наук С. Ю. Турищев

Профессор Владимир Андреевич Терехов – мой Учитель. Все квалификационные работы – от выпускной работы бакалавра до докторской диссертации, были мной подготовлены под научным руководством Владимира Андреевича. Но термин научное руководство становится практически формальным, когда идет речь о роли Учителя в деятельности ученика. Определение и энергичное развитие самых актуальных направлений работ, организация и обеспечение проведения всех возможных видов деятельности, уникальный дар предвидения самых востребованных исследовательских областей, умение учить, объяснять до невозможности сложные вещи простыми и доступными для понимания словами, все это истинные качества настоящего наставника и мудрого педагога. Владимир Андреевич даже в самые сложные моменты всегда находил слова, которые вдохновляли, как истинный наставник осуществлял всю возможную поддержку не словом, а делом. Но чтобы не погружаться в бесконечные для любого университетского человека рассуждения с персональных позиций, хочется отметить несколько характерных черт деятельности настоящего ученого, педагога и наставника, каким был Владимир Андреевич.

Ученый. Открытие лаборатории на синхротроне BESSY-II и установки мегасайенс в 2002 году в Берлине посетили ученые ВГУ: профессор и руководитель известной научной школы, в том числе за рубежом, «Атомное и электронное строение твердого тела», Эвелина Павловна Домашевская, заведующая кафедрой физики твердого тела ВГУ, и доцент этой же кафедры Владимир Михайлович Кашкаров. Это был прорыв, ключевую и незаменимую роль в котором сыграл Владимир Андреевич! Результатом стала

Рис. 2. Коллектив кафедры ФТТНС с Лауреатом Нобелевской премии Ж. И. Алферовым в лаборатории профессора Терехова В. А. (2007 г.)

возможность менее чем через год после открытия воспользоваться уникальным оборудованием для проведения синхротронных исследований актуальных тогда (а по некоторым свойствам и сегодня) функциональных наноструктур на основе кремния. Результат – целая серия публикаций, многократные эксперименты на этой (и не только) установке мегасайенс, статьи, диссертации, исследовательские проекты. Все под руководством Эвелины Павловны и Владимира Андреевича как ведущего ученого. Но основной метод, который мы использовали тогда и активно используем сегодня, а именно спектроскопия тонкой структуры вблизи края поглощения синхротронного излучения ультрамягкого рентгеновского диапазона, был проработан на приборе РСМ-500 в лабораторных условиях под руководством профессора Терехова! И весьма успешно за несколько лет до начала «времен синхротронных исследований». Проработка, пусть даже в ряде случаев на «качественном» уровне, исследований такого плана дала на долгие годы понимание того, как действовать, несмотря на все многочисленные сложности использования обширного комплекса синхротронного оборудования. А сочетание в исследовании электронно-энергетического спектра с возможностями уникального РСМ-500, комплексный взгляд на имеющиеся актуальные исследовательские возможности обеспечили международную апробацию и востребованность результатов на самом высоком уровне.

Педагог. Лекции, которые читал Владимир Андреевич, можно смело признать эталонными, образцово-показательными, такими, на которые нужно равняться. Четко, ясно, и самое главное простыми словами о сложном. Сложном настолько, что лишь оказавшись, например, на крупном производстве класса «мегасайенс» полупроводниковых изделий, в цеху, или на крупной научной установке класса «мегасайенс» – синхротронном центре с уникальным сложнейшим исследовательским оборудованием, понимаешь, насколько важны были эти лекции, насколько предметными являются знания, которые профессор Терехов заложил. Именно Владимир Андреевич читал курс синхротронного излучения тогда, когда о современных, проводимых сегодня исследованиях мы даже не догадывались, а у Учителя этот опыт был уже за плечами.

Наставник. Уметь видеть основное, выделять главное, выстраивать рассуждения, исключительно опираясь на факты, и обоснованно предсказывать – это те бесценные навыки, за которые Владимиру Андреевичу мы все, его ученики, бесконечно благодарны. Всегда уметь задавать себе правильные вопросы, находить на них верные ответы, искать и понимать суть, видеть за горизонты. Благодаря этим навыкам, которые воспитывал Владимир Андреевич, сегодня мы, ученые Воронежского университета, имеем доступ и возможность использовать самые совершенные и разнообразные исследовательские технологии как на лабораторном уровне, так и на крупных научных установках класса мегасайенс, запуск которых только запланирован. **За этим – будущее Российской науки!**