

Памяти Даниила Ильича Хомского

PACS number: 01.60. +q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2024.10.039778>

12 августа 2024 г. ушёл из жизни выдающийся учёный и замечательный человек Даниил Ильич Хомский. Смерть Даниила Ильича стала следствием трагического инцидента, произошедшего два года назад, когда потерявший управление мотоциклист сбил его прямо на тротуаре. От полученных тяжёлых травм Даниилу Ильичу так и не удалось оправиться.

Д.И. Хомский родился 18 сентября 1938 г. в Ленинграде. В 1962 г. он окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова и после работы по распределению в Научно-исследовательском физико-химическом институте им. Л.Я. Карпова поступил в 1965 г. в аспирантуру теоретического отдела ФИАН (научный руководитель Л.В. Келдыш). В 1969 г. он защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук, а в 1982 г. — докторскую диссертацию. Важнейшая часть научной биографии Д.И. Хомского связана с теоретическим отделом (в настоящее время Отделением теоретической физики им. И.Е. Тамма) ФИАН, где он прошёл путь от аспиранта до ведущего научного сотрудника. В 1990 г. он был приглашён для проведения научных исследований в Кёльнский университет (Германия), с 1992 по 2003 гг. работал профессором в Гронингском университете (Нидерланды), а затем вернулся в Кёльнский университет, где состоял в должности профессора до своей кончины. Работая за рубежом, Д.И. Хомский продолжал поддерживать тесные научные связи с российскими физиками (теоретиками и экспериментаторами), воспитал целый ряд известных физиков-теоретиков. Непременный участник многих международных конференций, научных школ и семинаров, проводимых в России, Д.И. Хомский многие годы был выпускающим научным редактором журнала *Успехи физических наук*, членом бюро научного совета РАН по магнетизму, а также был избран членом Американского физического общества, являлся почётным профессором университетов Лафборо (Великобритания) и Нового Южного Уэльса (Австралия).

В названиях и кандидатской, и докторской диссертаций Даниила Ильича основной упор делается на свойства систем с сильными межэлектронными корреляциями, и именно выявление своеобразия и важности таких систем проходит красной нитью через всю его научную деятельность. Работы Д.И. Хомского в этом направлении внесли фундаментальный вклад в теоретическое исследование наличия взаимосвязи между спиновыми, орбитальными, зарядовыми и решётчными степенями свободы в твёрдых телах и качественным образом изменили многие представления современной физики конденсированного состояния.

Д.И. Хомским была разработана теоретическая модель, позволившая рассматривать спиновые и орбитальные переменные на одном уровне. В настоящее время это одна из стандартных моделей современной физики конденсированного состояния, известная подавляющему большинству физиков-теоретиков, работающих в данной области, как модель Кугеля–Хомского, а всё это богатое и разнообразное направление часто называют орбитальной физикой. Кроме того, им была предложена концепция эффективного понижения размерности системы за счёт орбитальных степеней свободы (вследствие данного явления соеди-



Даниил Ильич Хомский
(18.09.1938 – 12.08.2024)

нения с трёхмерной кристаллической структурой ведут себя как низкоразмерные магнетики), теория возникновения спонтанной электрической поляризации за счёт зарядового упорядочения, разработано микроскопическое описание физических свойств таких ключевых для физики твёрдого тела веществ, как VO_2 , LaCoO_3 , SrO_2 и многих других.

Но не только одной орбитальной физикой ограничивается научное наследие Д.И. Хомского. Он впервые в конце 1960-х гг. ввёл в физику твёрдого тела понятие конфайнмента (по аналогии с теорией элементарных частиц), когда при движении носителя тока, например, на фоне антиферромагнитного порядка, за этим носителем остаётся "струна" перевёрнутых спинов. Эта концепция оказалась очень востребованной при описании переходов металл – диэлектрик и электронного фазового расслоения в магнитных материалах.

Д.И. Хомский внёс значительный вклад в физику соединений с переменной валентностью и с тяжёлыми фермионами. Им, в частности, дано успешное феноменологическое описание термодинамических и транспортных свойств тяжелофермионных систем в двухкомпонентной картине, и в рамках этой картины прояснены особенности сверхпроводимости таких систем. Были также детально изучены атомные механизмы образования смешанной валентности и состояний с тяжёлыми фермионами.



Д.И. Хомский выступает с докладом на Международной зимней школе физиков-теоретиков "Коуровка-XXXVII" (санаторий "Гранатовая бухта", посёлок Верхняя Сысерть, 25 февраля – 3 марта 2018 г.).



Даниил Ильич Хомский и его портрет (дружеский шарж Леонида Александровича Максимова — "лучшего художника среди физиков и лучшего физика среди художников").

У Даниила Ильича было много важных достижений и в теории сверхпроводимости. С 1970 г. он входил в состав группы под руководством В.Л. Гинзбурга в теоретическом отделе ФИАН, которая занималась теоретическим анализом возможных механизмов высокотемпературной сверхпроводимости. Результатом этой работы стала коллективная монография *Проблемы высокотемпературной сверхпроводимости* (М.: Наука, 1977) — первая в мире книга на эту тему, опубликованная задолго до открытия высокотемпературной сверхпроводимости в купратах. В эту книгу вошла глава, написанная Д.И. Хомским совместно с Д.А. Киржницем и Е.Г. Максимовым, основанная на их работе, в которой был предложен весьма мощный метод (называемый в литературе методом КМХ) описания сверхпроводящего состояния в терминах эффективной диэлектрической проницаемости. Этот метод позволил проверить пределы применимости стандартного подхода Бардина – Купера – Шриффера, получить важные поправки к нему и описать более сложные ситуации, связанные с нефоновыми механизмами сверхпроводимости. А уже после открытия сверхпроводимости в купратах им была разработана модель электронной структуры этих соединений, согласно которой дырки, появляющиеся в результате допирования, оказываются в основном сосредоточенными на кислороде. Эта модель независимо, но несколько позднее, была предложена и развита Эмери и носит его имя (к сожалению, не Звездина и Хомского)*. Даниил Ильич уделял много внимания сильно легированным высокотемпературным сверхпроводникам, анализируя применительно к ним концепцию перехода Мотта (металл – диэлектрик). Им было показано, что перераспределение заряда между CuO_2 -плоскостями в купратах и зарядовым резервуаром (цепочки в купратах типа 123, Bi - и Tl - плоскости в соответствующих соединениях) должно происходить при T_c и ниже, что может объяснить многие структурные и другие аномалии, наблюдаемые в этих материалах.

Д.И. Хомскому принадлежит и большой цикл работ в области электронного фазового расслоения, возникновения неоднородных состояний и перколяционных свойств некоторых систем с сильно коррелированными электронами. В частности, было показано, что однородное скошенное состояние в модели двойного обмена неустойчиво по отношению к фазовому расслоению. Аналогично фазовое расслоение может возникать в зарядово-упорядоченных состояниях при отклонении от половинного заполнения (от одно-

го электрона на два узла) и в соединениях с конкурирующими спиновыми состояниями. Полученные результаты были применены для интерпретации многих свойств манганитов с колоссальным магнетосопротивлением и кобальтитов с переходами между спиновыми состояниями.

Даниил Ильич является автором пионерских работ в области мультиферроиков, материалов, соединяющих в себе магнитные и сегнетоэлектрические характеристики. Достаточно сказать, что его работа 2006 г. по механизмам возникновения мультиферроиков и соответствующий мини-обзор 2009 г. в бюллетене *Physics* Американского физического общества вместе набрали уже более 3000 цитирований.

Всем этим не исчерпывается ширина и разнообразие научных достижений Д.И. Хомского. Можно упомянуть ещё его работы по низкоразмерным магнетикам, спин-пайерловским системам, структурам типа спинового льда и др. Д.И. Хомским было опубликовано более 350 научных работ, включая обзоры, которые по данным Google Scholar были процитированы более 28000 раз. Индекс Хирша: 82.

И последнее, но не менее важное: о жизнерадостности, скромности, доброжелательности и энтузиазме Даниила Ильича ходили легенды в нашем сообществе специалистов по физике конденсированного состояния. Двери его кабинета всегда были открыты как для экспериментаторов с новыми результатами, так и теоретиков с новыми идеями. Его вклад в совместные работы всегда был ценным, а зачастую и решающим для дальнейшего прогресса. Знания Даниила Ильича о мире сильно коррелированных материалов были поразительны — за глаза люди называли его ходячей энциклопедией, даже когда ему было уже далеко за 80. Его всеобъемлющая 500-страничная книга *Transition Metal Compounds* (Cambridge University Press, 2014) была лишь малой толикой того богатства знаний, которые хранились у него в голове. Поразительной была его способность достаточно просто объяснять даже очень сложные понятия современной теории, что ярко проявилось во многих его обзорах и лекциях, начиная с первого русскоязычного обзора (опубликованного в журнале *Физика металлов и металловедение*, том 29, с. 31) по модели Хаббарда 1970 г. (основанного на его лекциях в "Коуровке" 1969 г., когда он ещё был аспирантом), остающегося и поныне одним из лучших введений в проблематику сильно коррелированных систем, и заканчивая его замечательной книгой *Basic Aspects of the Quantum Theory of Solids* (Cambridge University Press, 2010).

Для нас, учеников, коллег и друзей Даниила Ильича Хомского, его уход — это огромная невосполнимая утрата, и память о нём навсегда останется в наших сердцах.

А.И. Буздин, Г.Е. Воловик, М.В. Ерёмин, М.Ю. Казан, А.Н. Кочарян, К.И. Кугель, И.И. Мазин, М.В. Садовский, С.В. Стрельцов, Г.Г. Халиуллин, Д.Е. Хмельницкий, Б.И. Шкловский

* См. статьи Звездина А.К., Хомский Д.И. «"Химический" механизм спаривания электронов в металлооксидных сверхпроводниках» *Письма в ЖЭТФ* 46 приложение, с. 102–105 (опубликована в июне 1987 г.) и Khomskii D.I., Zvezdin A.K. «"Neutral oxygen" and superconductivity of metaloxide systems» *Solid State Communications* 66 (6) 651–655 (1988).