



Общероссийский математический портал

Б. А. Волков, А. В. Гуревич, В. Л. Гинзбург, Ю. В. Копаев, О. Н. Крохин,  
В. И. Ритус, В. П. Силин, В. Я. Файнберг, Е. Л. Фейнберг, Д. С. Чернав-  
ский, Леонид Вениаминович Келдыш (к 70 летию со дня рождения), *УФН*,  
2001, том 171, номер 4, 435–436

DOI: 10.3367/UFNr.0171.200104e.0435

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и  
согласны с пользовательским соглашением  
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.82

15 февраля 2025 г., 16:21:22



PERSONALIA

## Леонид Вениаминович Келдыш

(к семидесятилетию со дня рождения)

Действительный член Академии наук, выдающийся физик-теоретик Леонид Вениаминович Келдыш родился 7 апреля 1931 года. Вся его научная карьера непосредственно связана с Отделом теоретической физики ФИАНа (теперь это Отделение теоретической физики им. И.Е. Тамма Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук). Эта карьера началась в 1954 году, когда Л.В. Келдыш после окончания МГУ поступил в аспирантуру ФИАНа, где его руководителем стал В.Л. Гинзбург. Здесь сформировались научные интересы Леонида Вениаминовича.

Пятидесятые – шестидесятые годы были годами бурного развития физики полупроводников. Эта область науки привлекла внимание молодого ученого и в значительной степени определила его научную судьбу. Л.В. Келдыш начинает активно сотрудничать с экспериментаторами, в первую очередь, из лаборатории физики полупроводников ФИАНа. Как теоретик он сразу занимает здесь лидирующее положение. Все исследования Л.В. Келдыша по физике полупроводников имеют глубокий и прозрачный физический смысл и прямо связаны с реальным экспериментом.

В конце пятидесятых – начале шестидесятых годов им выполнена серия фундаментальных работ по межзонному упругому и неупругому туннелированию носителей в полупроводниках, что сразу принесло Л.В. Келдышу мировую известность. Наибольший резонанс вызвала работа по сдвигу края межзонного поглощения в область низких энергий при наложении на полупроводник внешнего электрического поля. Это явление связано с туннельным просачиванием волновых функций электронов внутрь запрещенной зоны, искривленной электрическим полем. Эффект был вскоре обнаружен экспериментально и получил название эффекта Франца – Келдыша. Он нашел широкое применение в различных областях оптики и лазерной техники для высокочастотной модуляции светового потока.

В те же годы (до середины шестидесятых) Л.В. Келдыш опубликовал еще ряд важных работ. Им впервые предложено использовать пространственно-периодические поля для формирования искусственных спектров кристаллов из-за вызванных такими полями дополнительных брэгговских отражений. В дальнейшем эта идея реализовалась в создании искусственных сверхрешеток. Построенная Л.В. Келдышем теория глубоких уровней, создаваемых многозарядными примесями в полупроводниках, позволила понять рекомбинационную активность подобного рода дефектов, связанную с падением носителя на центр. Большое значение для лазерной



Леонид Вениаминович Келдыш

физики имела разработанная Л.В. Келдышем теория многофотонной ионизации атомов в поле интенсивной электромагнитной волны.

В то время с момента поступления Л.В. Келдыша в аспирантуру прошло уже более 10 лет. Пора было задуматься о диссертации. Но и тут он не пошел простым путем — не стал компоновать ее из уже опубликованных работ. Он решил объединить их единым математическим аппаратом. Так, в 1964 г. возникла диаграммная техника Келдыша для сильно неравновесных стационарных процессов. Эту работу высоко оценил Л.Д. Ландау. В настоящее время техника Келдыша широко вошла в обиход физиков-теоретиков. Ее удалось распространить на нестационарный случай, воз-

нико понятие действия Келдыша. Кандидатская диссертация Л.В. Келдыша была единогласно признана докторской.

Следующий этап научной деятельности Л.В. Келдыша был тесно связан с понятием экситона и различного рода фазовыми переходами в равновесных и неравновесных системах. Здесь у него появляются соавторы, и формируется его научная школа. Не будем перечислять всех соавторов и учеников, ведь настоящий текст посвящен юбилею Леонида Вениаминовича.

Уже в том же 1964 г. появилась работа о бозеконденсации равновесных экситонов в условиях, когда их энергия связи превышает ширину запрещенной зоны полупроводника. Наиболее благоприятным для такого рода фазовых переходов является полуметалл с конгруэнтными в импульсном пространстве поверхностями Ферми электронов и дырок при трансляции на фиксированный вектор обратной решетки. Теория очень похожа на теорию сверхпроводимости, но имеет ряд существенных особенностей. Во-первых, электрон-дырочное спаривание происходит при заданном импульсе, а не энергии, как в схеме БКШ, во-вторых, из-за возможности взаимной аннигиляции электрон-дырочной пары фаза параметра порядка оказывается фиксированной, что приводит к невозможности существования в ней сверхъядлений типа сверхтеплопроводности. Экситонный изолятор — такое название получила эта модель. В своем развитии она позволила описать очень широкий круг фазовых превращений: структурные, зарядовые и магнитные фазовые переходы в приближении малой константы связи, что обеспечивает ее математическую надежность.

В последующих исследованиях Л.В. Келдыш перешел к задаче о коллективных свойствах электрон-дырочных систем. В 1968 г. им были исследованы условия бозеконденсации неравновесных экситонов, связанные с их внутренней структурой. Был дан последовательный микроскопический вывод уравнений типа Гинзбурга–Ландау, описывающих этот конденсат. Показана возможность бездиссипативного переноса энергии в подобных системах, несмотря на конечное время их жизни.

В ходе исследований, однако, оказалось, что неравновесные электроны и дырки в полупроводниках, слипаясь, гораздо охотнее создают металлические капли, а не бозеконденсат. Л.В. Келдыш объяснил это явление обменным электрон-электронным и дырка-дырочным взаимодействием. Затем им и большой группой соавторов утверждение было строго доказано для гипотетического полупроводника с бесконечным числом долин. Были проведены многочисленные эксперименты, подтверждающие гипотезу Л.В. Келдыша. Среди них следует

особо отметить явление аномальной диффузии капель в неоднородно деформированном полупроводнике и наблюдение фононного ветра.

В настоящее время Л.В. Келдыш продолжает интенсивные исследования на одном из самых актуальных направлений теории конденсированных сред. Речь идет о коллективных свойствах светоэкситонов, возбуждаемых мощным фемтосекундным лазерным импульсом.

Вся научная деятельность Л.В. Келдыша получила широкое признание как у нас в стране, так и за рубежом. Он лауреат Ломоносовской и Ленинской премий, а также премии Европейского физического общества; действительный член Российской академии наук, член Национальной академии наук США и Американского физического общества, президент Российского физического общества.

Нельзя обойти вниманием большую педагогическую работу Л.В. Келдыша по подготовке научных кадров. В 1962 г. он стал профессором Московского физико-технического института, в 1965 г. — профессором МГУ, а в 1978 г. возглавил кафедру квантовой радиофизики физического факультета университета. В своем общении с учениками независимо от того, кто они: доктора наук или студенты — Л.В. Келдыш неизменно внимателен, доброжелателен и тактичен. Из-за этого ему иногда приходится подолгу выслушивать довольно сырые и смутные идеи своих собеседников. Однако главное влияние на учеников Л.В. Келдыш оказывает своим личным примером служения науке.

Нельзя не сказать несколько слов о некоторых этапах карьеры Л.В. Келдыша как администратора. Уже будучи заведующим отделом теоретической физики ФИАНа он в 1989 г. избирается еще и директором ФИАНа, а в 1991 г. — академиком-секретарем Отделения общей физики и астрономии РАН. А это было время далеко не лучшее в истории страны. В обстановке разразившегося кризиса государству оказалось не до науки. Тогда многие институты пошли на распродажу и сдачу в аренду своей недвижимости, что, в конце концов, привело к их полному развалу. В этих драматических условиях Л.В. Келдыш смог удержать корабль ФИАНа на плаву с минимальными потерями, проявив высокую ответственность и незаурядный административный талант.

Мы от всей души поздравляем Леонида Вениаминовича Келдыша с семидесятилетием, желаем ему крепкого здоровья и новых творческих достижений во славу теоретической физики.

*Б.А. Волков, А.В. Гуревич, В.Л. Гинзбург,  
Ю.В. Конаев, О.Н. Крохин, В.И. Ритус,  
В.П. Силин, В.Я. Файнберг,  
Е.Л. Фейнберг, Д.С. Чернавский*