

PERSONALIA

Памяти Бориса Яковлевича Зельдовича

PACS number: 01.60.+q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2019.07.038629>

16 декабря 2018 г. на 75-м году жизни после тяжёлой и продолжительной болезни скончался член-корреспондент Российской академии наук (РАН) Борис Яковлевич Зельдович, выдающийся российский физик, специалист в области физической и нелинейной оптики, лауреат Государственной премии СССР и премии М. Борна, почётный член Американского оптического общества. Б.Я. Зельдович является автором большого числа пионерских работ, открытий и книг, принесших ему широкую известность в научной среде.

Борис Яковлевич родился 23 апреля 1944 г. в Москве в семье физиков. Отец Бориса Яковлевича — знаменитый академик Яков Борисович Зельдович, и мать — Варвара Павловна Константинова, представительница известной физической фамилии, с детства привили своим детям любовь к физике. Первым учителем Бориса Яковлевича был, несомненно, Яков Борисович. От отца Борис Яковлевич унаследовал на всю жизнь бескомпромиссность в науке и неприятие любой халтуры.

В 1961 г. Борис Яковлевич поступил на физический факультет Московского государственного университета (МГУ), который он окончил с отличием в 1966 г. По окончании университета он продолжил обучение в аспирантуре Института теоретической и экспериментальной физики АН СССР, где в 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Работая в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), Борис Яковлевич создал несколько новых направлений, ставших всемирно известными. В их числе пионерские исследования по гигантской оптической нелинейности в нематических жидких кристаллах, по связи силы Кориолиса во вращающейся системе координат с магнитооптическим эффектом Фарадея, по дислокациям волнового фронта световых пучков и ряд других. Наиболее известным в научном сообществе стал цикл его работ, посвящённый обращению волнового фронта (ОВФ). В зарубежной литературе этот феномен именуют как Phase Conjugation, Wave-Front Reversal или даже Time Reversal. Это удивительное явление просто заворожило многих исследователей у нас в стране и за рубежом. Примерно 15–20 групп из разных стран работали после открытия ОВФ в течение более 20 лет над его физикой и различными приложениями. Помимо концептуальной важности демонстрации самого факта обратимости линейного распространения света, нашлось множество приложений ОВФ. Их список включает коррекцию неоднородностей сред оптических усилителей в мощных лазерных системах, аналоговое слежение за излучающим объектом, компенсацию дисперсии в телекоммуникационных оптических волокнах, много других. По совокупности этих и иных причин, первой публикации по ОВФ Б.Я. Зельдовича (совместно с В.И. Поповичевым, В.В. Рагульским и Ф.С. Файзуловым в журнале *Письма в ЖЭТФ* 15 160 (1972)) был присвоен статус открытия. Позже авторы открытия



Борис Яковлевич Зельдович
(23.04.1944 – 16.12.2018)

получили, уже в расширенном коллективе, и Государственную премию СССР.

В классический фонд науки вошла и ранняя работа Б.Я. Зельдовича с Д.Н. Клышко (*Письма в ЖЭТФ* 9 69 (1969)), в которой они предсказали одновременное излучение параметрическим генератором спонтанной пары фотонов, находящихся в одном общем квантовом состоянии. Источники "запутанных фотонов" (entangled photons) сегодня используются во многих продвинутых квантовых технологиях: квантовой криптографии, квантовых компьютерах, квантовых сенсорах. Функционируют такие источники именно так, как было предсказано в той работе.

К ныне классическим относятся и работы Бориса Яковлевича по нелинейной оптике жидких кристаллов. Гигантская оптическая нелинейность в этих системах, предсказанная им совместно с Н.В. Табиряном в 1980-х годах, превратилась в самостоятельную область нелинейной оптики, где активно развиваются как фундаментальные, так и прикладные применения.

В 1987 г. Бориса Яковлевича избирают членом-корреспондентом АН СССР. В том же году он переехал в Челябинск, где создал вузовско-академическую лабораторию нелинейной оптики, ныне являющуюся структурным подразделением Института электрофизики РАН (Екатеринбург) и Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ), в то время — Челябинского политехнического института. Борис Яковлевич внёс определяющий вклад и в развитие в ЮУрГУ профессионального физического образования и, по большому счёту, именно он является основателем этого направления. Сейчас дело, начатое Борисом Яковлевичем, продолжается и в лаборатории нелинейной оптики, и на кафедре оптоинформатики физического факультета ЮУрГУ. В 1994 г. Бориса Яковлевича пригласили работать в Университет Центральной Флориды (UCF/CREOL) в Орландо, и он с семьёй переехал в США. Однако научные контакты с лабораторией нелинейной оптики на Урале и её сотрудниками сохранились в значительном объёме.

Огромный вклад Бориса Яковлевича связан с введением нового понятия — спин-орбитального взаимодействия фотона. Фактически это квантово-механическая интерпретация термина взаимовлияния поляризации света и процесса его распространения. До 1991 г. шли независимые исследования влияния поляризации света на его траекторию и влияния траектории на его поляризацию. Заслуга Бориса Яковлевича в том, что он эти эффекты рассмотрел как взаимно обратные и в рамках такого подхода обосновал экспериментально наблюдаемый оптический аналог эффекта Магнуса. Введение нового понятия спин-орбитального взаимодействия фотона привело к предсказанию и экспериментальному исследованию новых эффектов. Влияние поляризации на траекторию было предсказано и экспериментально наблюдалось в перетяжке сфокусированного асимметричного циркулярно поляризованного светового пучка. Со времени первой публикации прошло почти тридцать лет, но интерес к этому направлению не утихает, и хотя термин звучит как спин-орбитальное взаимодействие света, эффекты исследуются не только в световых, но и в электронных и нейтронных пучках.

Большой цикл работ Бориса Яковлевича был связан с исследованием и теоретическим обоснованием генерации второй гармоники в изотропных средах. Хотя из соображений симметрии следует, что генерация второй гармоники в таких средах невозможна, в оптическом волокне совершенно случайно обнаружили преобразование частоты излучения. К исследованию этого эффекта подключились несколько научных групп, в том числе и Борис Яковлевич с сотрудниками лаборатории нелинейной оптики. Были проведены экспериментальные исследования не только в волокнах, но и в объёмных стеклах, а сам эффект интерпретировали как спонтанное нарушение локальной симметрии, связанное с возникновением неравного нуля куба поля, которое снимало запрет на генерацию второй гармоники. Более того, использование понятия полей с неравным нулю кубом позволило предсказать, рассчитать и наблюдать полярную асимметрию углового распределения электронов.

В то время как большинство исследователей знают Бориса Яковлевича по громким открытиям — обращение волнового фронта или гигантская оптическая нелинейность в жидких кристаллах, он обладал исключительной способностью доводить теорию до моделирования в прикладных исследованиях и инженерных разра-

ботках. В UCF он продолжал свои фундаментальные теоретические исследования, связанные с распространением излучения, и в то же время активно сотрудничал с экспериментальной группой, занимавшейся исследованием голографических оптических элементов для спектрального, углового и временного управления лазерными пучками, и с компанией, которая разрабатывала и производила эти голографические элементы. Программы, разработанные в группе Зельдовича, до сих пор используются при проектировании голографических элементов. Участие Бориса Яковлевича — теоретика высокого уровня — в прикладных работах привело к созданию новых оптических элементов с уникальными свойствами, в частности, расширителя и компрессора лазерных импульсов, основанного на объёмной брэгговской решётке с переменным периодом (Chirped Bragg Grating). Этот элемент делает то, за что была присуждена недавняя Нобелевская премия по физике — растягивает и сжимает лазерные импульсы, обеспечивая генерацию ультракоротких импульсов большой мощности. Особенность нового компрессора в том, что его объём в тысячу раз меньше, чем у известных компрессоров, и он не чувствителен к ударам и вибрациям. Это позволило перенести лазеры с такими компрессорами из исследовательских лабораторий в клинику и индустрию. В результате практически все новые лазеры для операций на катакте основаны на брэгговских компрессорах.

Будучи известным учёным, членом-корреспондентом Академии наук, автором работ по обращению волнового фронта, а позднее, в Америке, — полным университетским профессором, Борис Яковлевич был очень скромным, приятным и приветливым человеком в общении со всеми, был готов помочь и поддержать не только близких друзей, но даже абсолютно незнакомых ему людей. Он заразительно смеялся шуткам, и хотелось смеяться вместе с ним. Он замечательно читал лекции — без всякого микрофона его голос легко заполнял любой зал, и после лекции слушателям казалось, что их накачали знаниями и энергией. Любил обсуждать научные проблемы на листе бумаги. Бумагу не жалел — крупно писал на листе одно за другим уравнения, и с каждой новой формулой проблема становилась всё меньше, а исписанные листки легко выстраивались в практически готовую научную статью. Всё это он делал так легко и заразительно, что, попадая под его научно-человеческое обаяние, очень хотелось немедленно научиться разбираться в науке так же глубоко и с таким же блеском уметь её объяснить. Если что-то и может сравниться с его талантом учёного, так это его дар учителя. Он учил физике всегда, везде и всех. Сначала это были его друзья, потом школьники в его физическом кружке, студенты Московского государственного университета (МГУ) и Московского физико-технического института (МФТИ — ФИЗТЕХа), бесчисленные коллеги и их ученики, его студенты и аспиранты, их коллеги и друзья, его собственные дети и дети его друзей! Множество людей пронесёт через свою жизнь любовь и уважение к науке благодаря его таланту Учителя.

Светлая память о замечательном учёном и учителе останется в жизни всех, кому довелось общаться и работать с Борисом Яковлевичем Зельдовичем.

*Г.П. Вяткин, Л.Б. Глебов, А.Е. Каплан,
Д.А. Компанец, Н.Д. Кундикова, Г.А. Месяц,
Л.П. Пятаевский, Б.Е.А. Салей, М.Дж. Суало,
Р.А. Сюняев, Н.В. Табирян, В.В. Шкунов*