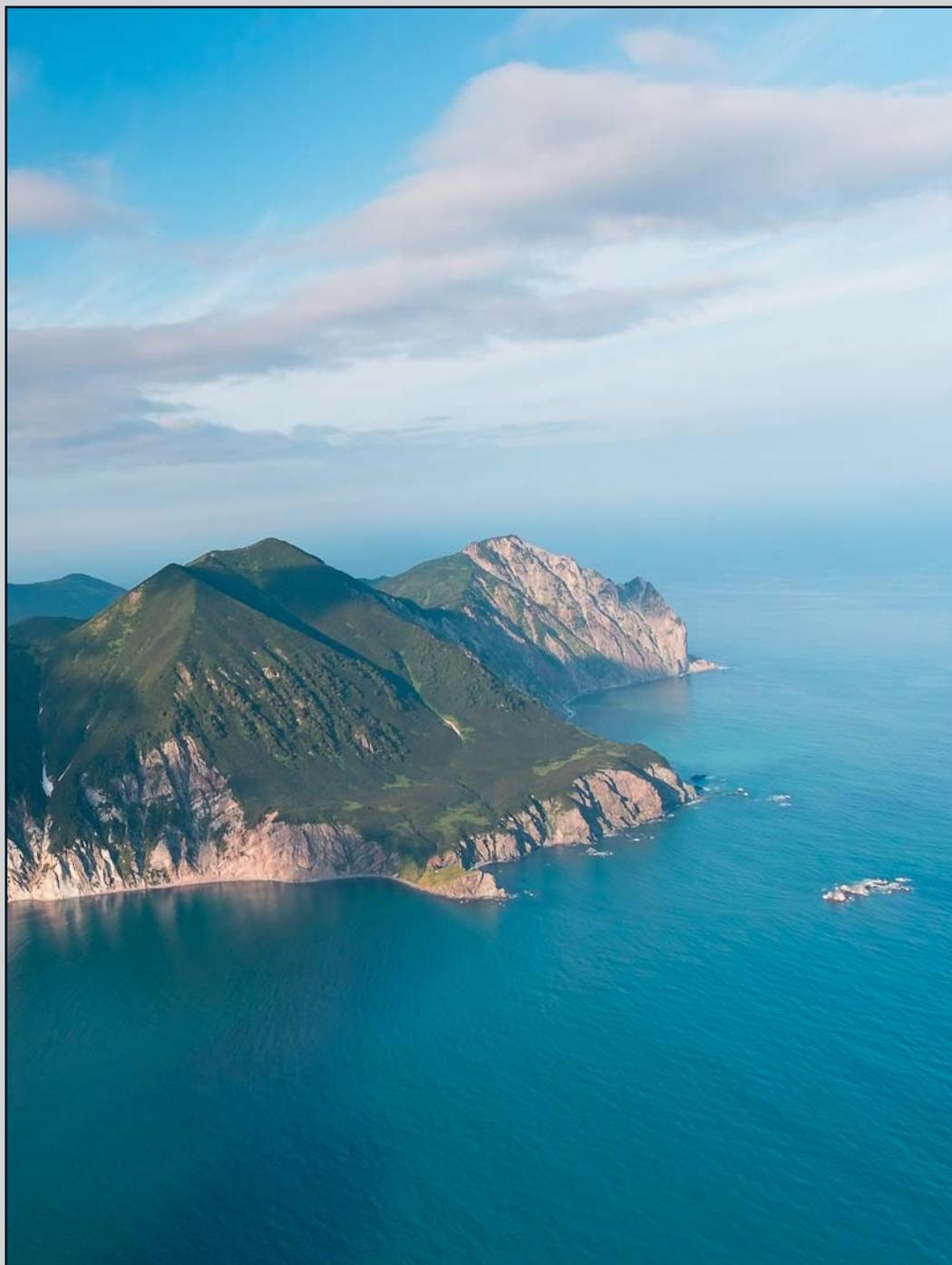


ПРИРОДА

6 14



В НОМЕРЕ:**3 Маров М.Я., Шевченко И.И.****Экзопланеты**

Число открытых экзопланет за последние годы растет лавинообразно и уже приближается к двум тысячам. Среди них есть и гиганты, подобные Юпитеру, и планеты, схожие с Землей. Среди последних особое внимание приковано к тем, которые попадают в потенциальную «зону жизни».

16 Гоглева А.А., Артамонова И.И.**CRISPR-системы: структура и гипотетические функции**

Чтобы выжить, прокариоты должны размножаться как можно быстрее. Казалось бы, избыточность генетического материала для них непозволительна, так как основные ограничения на скорость деления накладывает размер генома, однако недавно в нем обнаружены загадочные структуры — CRISPR. Зачем они нужны прокариотической клетке?

22 Борисов Б.А., Дьяков Ю.Т.**Как паразиты манипулируют своими хозяевами**

Изучение паразитов из самых разных таксономических групп показало, что многие из них обладают порой некой «разумностью», т.е. способностью в собственных интересах управлять поведением своих хозяев. Сегодня таких примеров накопилось достаточно много.

32 Пинегина Т.К.**Колебания уровня моря в голоцене: взгляд с Камчатки**

Изменения уровня океана на любом побережье мира — результат наложения глобальных колебаний уровня (связанных с оледенениями и межледниковьями) и локальных тектонических движений.

38 Андреева И.В.**Паратуризм в заповедниках России**

В последние годы природный туризм становится все более популярным среди инвалидов. Но людям с ограниченными возможностями требуются специальные маршруты. Для их разработки паратуристы-волонтеры организовали несколько тестовых походов в сибирских заповедниках. В статье приведены результаты этих походов, описаны конкретные маршруты и показаны перспективы развития паратуризма в России.

48 Кренке А.Н., Кренке Н.А.**О славянской колонизации Подмосковья**

Кто жил на Москве-реке в XII в.? Кто создал найденные в подмосковных курганах украшения (перстни, семилопастные височные кольца и др.)? Для ответа на эти вопросы проведен сравнительный анализ материальной культуры и пространственного расположения памятников XII—XIII вв. с использованием геоинформационных технологий.

53 Наугольных С.В.**Палеонтологические музейные коллоквиумы**

Новая форма взаимодействия науки и музеев

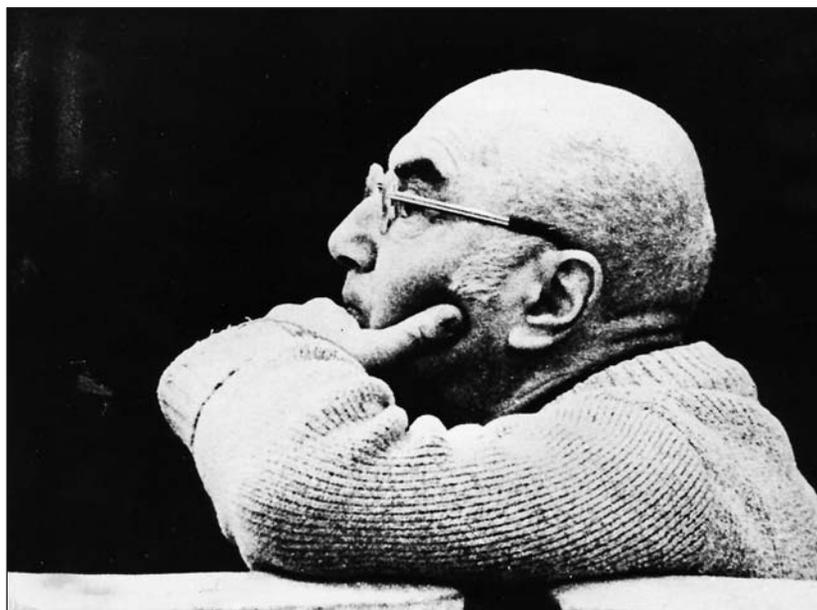
58 Сафарова С.А.**Спорово-пыльцевой анализ: история становления****63 ВСПОМИНАЯ Я.Б.**

К 100-летию академика Зельдовича

Герштейн С.С.**Человек универсальных результатов (65)****Халатников И.М.****Человек осведомленный (68)****Комберг Б.В.****Наставник молодежи (74)****Бисноватый-Коган Г.С.****Гамма-мониторинг космоса (80)****85 Ильяшенко Ю.С.****Лауреат премии Абея 2014 г. — Я.Г.Синай****Рецензии****90 Фандо Р.А.****Поиски потомков Великого монгола (на кн.: И.А.Захаров-Гезехус. По следам Чингиз-хана. Генетик в центре Азии)****92****Новые книги****В конце номера****94 Кузнецов В.Г.****Нептунизм и плутонизм — истоки учений**

Вспоминная Я.Б.

К 100-летию академика Зельдовича



Яков Борисович Зельдович
(1914—1987)

Российская наука широко отмечает столетие со дня рождения (8 марта 1914 г.) создателя советского ядерного оружия академика Якова Борисовича Зельдовича. Круг научных интересов Я.Б., как звали его ближайшие сотрудники, был поистине широчайшим. Физика горения и взрыва, цепные ядерные реакции, взаимодействие излучения с веществом, наконец, космология и астрофизика, которые вышли на первый план после того, как Я.Б. завершил работы по ядерным проектам.

Прошло несколько международных конференций, посвященных памяти Зельдовича. Итальянский физик Ремо Руффини организовал научный симпозиум на его родине, в Минске, 24 марта состоялась специальная научная сессия Отделения физики РАН, предстоят юбилейные заседания в Институтах химической физики и космических исследований.

Здесь мы расскажем о конференции, прошедшей 20—21 марта в Государственном астрономическом институте им.П.К.Штернберга МГУ (ГАИШ), в том самом зале, где на протяжении многих лет Я.Б. возглавлял знаменитый объединенный астрофизический семинар. На ней почти все ученики и сотрудники Зельдовича выступили с докладами, осветившими современное состояние космических исследований. Ясным лейтмотивом многих вы-

ступлений было плодотворное развитие идей, которые были высказаны Я.Б. в 70—80-х годах прошлого века. Естественно, звучали и воспоминания о наиболее ярких впечатлениях, связанных с общением с выдающимся ученым.

Свой доклад я назвал «Зельдович и Институт Ландау». Существенной частью моего выступления был пересказ воспоминаний академика И.М.Халатникова, публикуемый ниже. Халатников, основатель и первый директор Института теоретической физики им.Л.Д.Ландау (ИТФ) РАН, взаимодействовал с Я.Б. в ядерных проектах с 1946 по 1955 г. и поддерживал с ним тесные отношения в дальнейшем.

Надо сказать, что между Зельдовичем и некоторыми учениками Ландау существовала некоторая ревность, отчасти сказывавшаяся и в их научных отношениях. Так, дружба и даже соперничество существовало между Я.Б. и академиком А.Б.Мигдалом, который в 1971 г. перешел из Курчатовского института в ИТФ РАН.

Наиболее близок к Я.Б. по своему стилю и способности применять современные методы теоретической физики к решению конкретных задач был член-корреспондент РАН Сергей Иванович Анисимов. Из всех сотрудников Института Ландау только у него есть две научные работы, написан-

ные совместно с Зельдовичем [1, 2]. Поучителен рассказ Анисимова о его впечатлениях по первой заграничной поездке Зельдовича в Венгрию на научную конференцию по физике плазмы.

Очень тепло относился Зельдович к Владимиру Алексеевичу Белинскому, соавтору Халатникова и академика Е.М.Лифшица в работах по колебательному режиму вблизи космологической особенности. Я.Б. был оппонентом на докторской защите Белинского. Особенно запомнились мне два ярких эпизода, непосредственным свидетелем которых мне пришлось стать. Так, Зельдович подарил Белинскому только что поправленную им верстку статьи в журнале «Успехи физических наук» (УФН). В ней содержался акrostих «Могучий и громадный, далек астральный лад...», первые буквы которого складывались в «МИГДАЛ», а далее также в форме акrostиха следовало не слишком приличное обращение, исправленное Я.Б. в окончательном варианте. Второй эпизод относится к 1973 г. На конференции в Цахкадзоре (Армения), которой руководил Я.Б., присутствовал и академик А.Д.Сахаров. Вечером после заседаний Зельдович пригласил нас с Белинским за стол, где с ним сидел Сахаров. К этому моменту он еще не был сослан в Горький, но был уже известен своими публикациями, резко критиковавшими советское общественное ус-

тройство. Естественно, разговор за столом не касался политических вопросов, но они как бы висели в воздухе.

Я не стал в докладе подробно останавливаться на взаимоотношениях Я.Б. с его учеником А.А.Старобинским, сотрудником ИТФ РАН (недавно избранным академиком), поскольку доклад самого Старобинского также входил в программу этой конференции.

Были в моем докладе и собственные впечатления о встречах и научном взаимодействии с Я.Б. В свое время я описал их в рецензии на книгу «Знакомый и незнакомый Зельдович» (Я.Б.Зельдович, взгляд в бессмертие // Природа. 1994. №8. С.124), материалы к которой были подобраны сотрудницей редакции журнала «Природа» Н.Д.Морозовой. Сегодня нет необходимости повторять это изложение, его легко найти в Интернете. К 100-летию нашего журнала был создан полный электронный архив «Природы», теперь он размещен также на сайте РАН, его адрес: priroda.ras.ru. Интересующимся имеет смысл обратить внимание на статьи Зельдовича, опубликованные в «Природе», они во многом актуальны и сегодня.

Зельдович, несмотря на чрезвычайную занятость, считал необходимым популяризировать научные достижения и рассматривал это занятие как естественную деятельность ученого.



Участники конференции памяти Я.Б.Зельдовича в конференц-зале ГАИШа. В первом ряду ученики и ближайшие сотрудники Зельдовича: В.М.Липунов, А.А.Старобинский, А.Д.Долгов, С.И.Блинников, И.Д.Новиков, А.М.Черепашук, Г.С.Бисноватый-Коган, Н.И.Шакура, Д.Д.Соколов, Ю.Н.Гнедин, А.В.Тутуков.



В редакции УФН. Слева направо: литературный сотрудник редакции Людмила Ивановна Шубина, Яков Борисович Зельдович, научно-издательский редактор Василий Васильевич Власов, Марина Михайловна Иванина (заведующая редакцией с 1985-го по сентябрь 1988 г.). Лето 1987 г.

Но, конечно, самым любимым журналом Я.Б. оставались «Успехи физических наук», где он был членом редколлегии и опубликовал более 50 научных обзоров. Первый из них, посвященный возможности управляемой ядерной реакции в уране, относится еще к 1940 (!) году [3].

Предлагаемая вниманию читателей небольшая подборка материалов, разумеется, может дать лишь некоторые штрихи к портрету нашего замечательного соотечественника. Интерес к его яркой личности возродит и только что вышедшее новое издание уже упомянутой книги воспоминаний (второе, существенно дополненное, вышло в 2008 г.) [4].

© А.В.Бялко,

доктор физико-математических наук
Москва

Литература

1. *Anisimov S.I., Zel'dovich Ya.B.* Rayleigh—Taylor instability of the interface between the detonation products and a gas in spherical explosion // *Sov. Tech. Phys. Lett.* 1977. V.3. P.445—446.
2. *Anisimov S.I., Zel'dovich Ya.B., Inogamov N.A., Ivanov M.F.* The Taylor instability of contact boundary between expanding detonation products and a surrounding gas // *AIAA Progress in Aeronautics and Astronautics.* 1983. V.87. P.218—229.
3. *Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б.* Деление и цепной распад урана // *УФН.* 1940. №4. С.329—357.
4. Знакомый и незнакомый Зельдович. М., 1993; Яков Борисович Зельдович. М., 2008; 2014.

Человек универсальных результатов

академик С.С.Герштейн

*Институт физики высоких энергий НИЦ КИ
Протвино*

Академик Яков Борисович Зельдович, столетие со дня рождения которого исполнилось 8 марта, был одним из крупнейших ученых ХХ в. Подобно Л.Д.Ландау, он владел знаниями буквально во всех областях физики и внес фундаментальный вклад во многие из них. Возможно,

он в этом смысле был последний универсал, оставшийся в мире. Ландау говорил, что не знает никого, кроме Зельдовича, кто был бы таким генератором множества блестящих идей, разве только Э.Ферми. К этим словам следует прибавить, что вряд ли еще найдется ученый, который бы столь щедро дарил свои идеи людям: ученикам, коллегам и даже конкурентам. Именно поэтому Зельдо-

© Герштейн С.С., 2014

вич оставил замечательные школы в разных областях науки, а сам, работая над наиболее важными и актуальными тогда проблемами, нередко возвращался к своим прежним работам и ученикам, развивающим их. Как отмечал И.В.Курчатov [1], характерная особенность научного творчества Зельдовича — чрезвычайно широкий диапазон вопросов, которыми тот занимался. Человеком универсальных интересов назвал его А.Д.Сахаров.

Окончив среднюю школу, Я.Б. работал лаборантом в Институте механической обработки полезных ископаемых. Во время экскурсии в Институт химической физики семнадцатилетний Яша произвел своими вопросами столь сильное впечатление на сотрудников института, что ему предложили перейти на работу в ИХФ*. Не имея официального высшего образования, Я.Б. выполнил там ряд блестящих теоретических и экспериментальных работ в области адсорбции, химической кинетики, горения и детонации. В 1936 г. он защитил кандидатскую, а в 1939 г. (в возрасте 25 лет) и докторскую диссертации. Работа по окислению азота, одна из его любимых, в настоящее время приобрела важное экологическое значение (в частности, для сохранения озонового слоя). Подлинную мировую известность принес ему цикл исследований по теории горения и детонации. Как отмечал в своем отзыве Ландау, «эти работы являются лучшими и важнейшими в этой области не только в СССР, но и во всей мировой литературе» [1]. Академик А.Г.Мержанов много позже писал: «В теории горения невозможно выполнить исследование, которое так или иначе не было бы связано с именем Зельдовича» [1]. Во время войны Я.Б. открыл новый тип горения пороха и за несколько месяцев создал внутреннюю баллистику снаряда «Катюши». Это позволило увеличить мощность снаряда (созданного эмпирически) и заложило основы теории ракет на твердом топливе.

Примечательно, что еще на ранней стадии научной деятельности Зельдовича Ландау заметил ее примечательную и очень ценную особенность. В упомянутом выше отзыве он писал: «Характерно для работ Зельдовича широкое использование им, наряду с методами «обычной» теоретической физики, также и гидродинамики. Такое параллельное



Я.Б.Зельдович.

владение обеими областями — крайне редкое среди физиков-теоретиков — является характерной и очень ценной особенностью Зельдовича, делающей для него доступными вопросы, недоступные ни для гидродинамиков, ни для физиков-теоретиков «обычного» типа» [1].

Действительно, параллельное владение несколькими областями науки позволило Я.Б. получить многие результаты, которых не могли достичь узкие специалисты, даже обладавшие высокой квалификацией. Знание ядерной физики и цепных химических реакций позволило Я.Б.Зельдовичу и Ю.Б.Харитону сразу после открытия деления ядра урана и обнаружения сопровождающих его нескольких нейтронов, сформулировать в

1939 г. условия осуществления цепной ядерной реакции деления как величайшего источника энергии на Земле. Эта работа заложила основы новой эпохи в истории человечества, которую недаром сравнивают с началом эпохи освоения огня. То, что Я.Б. имел выдающиеся достижения в самых различных областях физики и мог охватить широкий круг проблем, оказалось неопенимым для атомного проекта СССР. Как отмечали создатели американской атомной и водородной бомбы Э.Теллер и Г.Бете [1], американскому ядерному проекту таких выдающихся ученых, как Зельдович, не хватало. У них были первоклассные специалисты по ядерной физике, но не было газодинамиков, в особенности тех, кто знает ядерные и газодинамические проблемы одновременно. Имея в виду исключительную роль Я.Б. в создании атомной бомбы, участники советского атомного проекта называли его «главным теоретиком атомной бомбы» (по аналогии с тем, что М.В.Келдыша называли «главным теоретиком космонавтики»). Сейчас, когда многие документы атомного проекта рассекречены, стало известно о некоторых конкретных достижениях Я.Б. Известно, что атомную бомбу было приказано для сокращения сроков создания и гарантии от неудачи сделать по чертежам американской атомной бомбы, переданным К.Фуксом**. Перед физиками и конструкторами стояла задача с помощью сходящейся ударной волны, которая возникала при детонации взрывчатого вещества, окружающего плутониевый шар, сжать его, сохраняя сферическую симметрию, до достижения им критической массы

*Поскольку из Института Мехобр Зельдовича отпускать не хотели, распространилась шутка, что его обменяли на форвакуумный насос. Эта шутка воспринималась с юмором самим Я.Б.: «Значит, я уже в то время кое-что стоил».

** Точно так же С.П.Королеву было поручено вначале копировать немецкую ракету Фау-2, а А.Н.Туполеву — создать стратегический бомбардировщик как копию захваченного американского.

ядерного взрыва. Однако еще до испытания атомной бомбы по американскому образцу Л.В.Альтшулер, Е.И.Забабахин, Я.Б.Зельдович и К.К.Крупников на основе анализа, сделанного Я.Б., предложили в 1948—1949 гг. новую оригинальную схему обжатия плутониевого заряда. Созданная с использованием этой схемы атомная бомба оказалась в два раза легче и вместе с тем (как это показали испытания 1951 г.) в два раза мощнее американской атомной бомбы, которую они должны были копировать.

Выдающуюся роль сыграл Я.Б. и в создании термоядерного оружия. Как отмечал Сахаров, именно знакомство с работами группы Я.Б. в ИХФ помогло ему придумать идею известной «слойки». А для «обжатия» и подрыва «слойки» был специально привлечен Я.Б. Итоговый отчет по РДС-6с («слойке») был подписан в июле 1953 г. тремя авторами: И.Е.Таммом, А.Д.Сахаровым и Я.Б.Зельдовичем. Испытание РДС-6с, которое состоялось 12 августа 1953 г., стало важным этапом в развитии ядерно-оружейной программы СССР [1]. В результате упорного труда коллективы физиков, возглавляемые Зельдовичем и Сахаровым, разработали двухступенчатую конструкцию водородной бомбы, послужившую основой всех последующих усовершенствований термоядерного оружия. В этой конструкции осуществляется «атомное» обжатие термоядерного заряда за счет так называемой радиационной имплозии — электромагнитного излучения, возникающего при взрыве первичной атомной бомбы и направленного со всех сторон на термоядерный заряд. О многих других работах Зельдовича в Арзамасе (КБ-11, ныне Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики) говорится в статье Р.И.Илькаева и других участников атомного проекта [1].

Зельдович всегда занимался самыми актуальными проблемами физики. В начале 50-х годов в связи с открытием новых частиц и их распадов первостепенный интерес приобрела физика элементарных частиц. Я.Б. занялся ею, еще работая на «объекте», стараясь при этом держать сотрудников в курсе новейших открытий. О выдающихся достижениях Я.Б. в этой области много написано (см. [2]). Я упомяну здесь только о некоторых из них, остающихся важнейшими проблемами современной физики. Например, вопрос о сохранении лептонного (или, как называл его Я.Б., «нейтринного») числа, введенного Я.Б. в 1953 г. (и независимо Е.Конопинским и Х.Махмудом), представляет одну из важнейших проблем современной физики. Продолжаются предложенные Я.Б. эксперименты по проверке квантовой электродинамики с использованием все более точных измерений гиромангнитного отношения электронов (и мюонов).

Замечание Я.Б., что эксперименты по проверке КЭД лучше всего было бы проводить на встречных пучках, послужило для Г.И.Будкера стимулом создать первый коллайдер.

Поистине фундаментальное значение для всей современной физики частиц было предсказание Зельдовичем распада заряженного пиона в нейтральный, сделанное им исходя из составного строения пионов. Это предсказание привело к выводу, что в векторном варианте радиоактивного β -распада аналогично электрическому заряду сохраняется «слабый» заряд. Открытие слабого векторного тока и его аналогии с электромагнитным взаимодействием привело к идее, что все элементарные взаимодействия описываются так называемыми *калибровочными* теориями Ч.Янга и Р.Миллса, в которых источниками полей, переносящих взаимодействия, служат *сохраняющиеся заряды*. На основе таких теорий были построены единая теория слабых и электромагнитных взаимодействий и теория сильных взаимодействий — квантовая электродинамика (см.: Природа. 2010. №1. С.3—14).

С начала 60-х годов интересы Я.Б. начинают смещаться в область астрофизики и космологии, где были сделаны крупнейшие открытия. Он приходит в эту область с уникальным знанием ядерной физики, физики элементарных частиц, химической кинетики, свойств вещества в экстремальных условиях высоких плотностей и температур. Именно благодаря его работам осуществился современный *синтез физики частиц и космологии*. Отсутствие в окружающей среде свободных кварков в концентрациях на много порядков меньших, чем это следовало из оценки, сделанной Я.Б.Зельдовичем, Л.Б.Окунем и С.Б.Пикельнером на основе теории Горячей Вселенной, стало наиболее веским доказательством «пленения» кварков (конфайнмента). Аналогичным образом отсутствие монополей (магнитных зарядов) потребовало изменения сценария развития ранней Вселенной. Полученная из космологических данных оценка верхнего предела массы мюонного нейтрино оказалась на три порядка лучше лабораторных данных (а для тау-нейтрино — на пять). Современные оценки суммарной массы нейтрино, найденные из массового спектра скоплений галактик, оказались еще в тысячу раз лучшими.

Я.Б. стал заниматься космологией незадолго до своего пятидесятилетия (что само по себе уникально). Лучшие творческие годы его были отданы укреплению военного могущества страны. Но именно достижения Зельдовича в космологии принесли ему всемирную славу и определили картину современной науки в этой области. Для описания этих достижений необходима специальная статья. ■

Литература

1. Яков Борисович Зельдович. Воспоминания, письма, документы. М., 2008.
2. *Герштейн С.С.* Работы Я.Б.Зельдовича и современная физика частиц // УФН 2004. Т.174. №8. С.911—918.

Человек осведомленный

академик И.М.Халатников

*Институт теоретической физики им. Л.Д.Ландау РАН
Москва*

Я много общался с Яковом Борисовичем Зельдовичем. Расскажу лишь о нескольких эпизодах, характеризующих эту яркую личность.

Last Friday (Последняя пятница)

Эту историю мне бы хотелось начать с конца. По крайней мере с одного из концов. Но, как это часто бывает, к концу одной истории привязывается начало другой.

В воскресенье 7 января 1962 г. Ландау решил поехать в Дубну к своей племяннице Эллочке, у которой были семейные проблемы: он хотел вмешаться и помочь ей справиться с кризисной ситуацией. Дау, как академику, полагалась академическая машина, но шофер отказался ехать, так как в тот день дорога была очень скользкой, а ехать предстояло более ста километров. Кроме академического у Дау был еще, так сказать, «личный шофер» — Женья, Евгений Михайлович Лифшиц, который всегда безотказно возил Дау всюду по его надобностям. Однако Женья тоже побоялся ехать в Дубну. Это, может быть, был вообще первый случай, когда Женья отказался везти Ландау. Тогда Дау решил позвонить своему ученику Володе Судакову, который работал в Институте теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ) и к тому времени совместно со мной и Лифшицем сделал несколько хороших работ по гравитации. (Судаков работал в теоретическом ИТЭФ, который возглавлял И.Я.Померанчук. В 1961 г., когда у нас с Лифшицем возникли вопросы по проблемам космологических особенностей, Дау посоветовал нам привлечь Володю. Мы пригласили его и вместе исследовали геодезические линии в гравитационном поле.)

Дау дружил с семьей Судаковых. Он позвонил им, Володе и Вере, с просьбой отвезти его в Дубну. Те не могли отказать Ландау, хотя у Володи был очень небольшой опыт вождения. Они заехали за ним на своей машине, новой «Волге-21», и отправились в Дубну. По дороге они проезжали город Долгопрудный. Там находится Московский физико-технический институт (МФТИ, Физтех) к которому мы все имели отношение. Многие сотрудники Института физпроблем преподавали в Физтехе почти с самого его открытия. Я участ-

вовал в первых приемных экзаменах, однако на работу в Физтех меня не зачислили. Подобная же история случилась и с Г.И.Будкером, сотрудником И.В.Курчатова. Потом, два года спустя, меня все же взяли, я проработал полгода, и меня уволили оттуда на том основании, что у меня нет допуска достаточной степени надежности. Но это другая история.

В районе Долгопрудного Володя, пытаясь объехать автобус, стоящий у остановки, выехал на встречную полосу. Случилась авария. Он сумел уклониться от прямого лобового столкновения со встречной машиной, так что удар пришелся на боковую правую заднюю сторону «Волги», где как раз сидел Ландау. Протоколов с места происшествия я сам не видел, но рассказывали, что при столкновении дверь машины открылась, и Дау выпал. Тогда-то он и ударился виском. Есть другая версия, что он ударился головой о стойку машины с правой стороны. В целом Ландау не получил серьезных травм, кроме вот этого рокового удара в висок. Ведь Вера тоже сидела на заднем сиденье, рядом с Ландау, а между ними стояла корзина с яйцами, которые везли в Дубну, так как там было плохо с продуктами. Все яйца остались целы.

Дальше началась эпопея спасения Дау. Все это случилось, как я уже говорил, в воскресенье.

А вот что произошло в пятницу, накануне поездки в Дубну. Институты химфизики и физпроблем расположены рядом, их окружает парк. В этом же парке стоят жилые дома сотрудников. Зельдович жил в трехэтажном доме Института химической физики, это примерно в ста — ста пятидесяти метрах от дома Ландау. Они были соседями.

В пятницу, 5 января, Яков Борисович посетил Ландау, чтобы обсудить научные вопросы, которые его в тот момент волновали. Дау никогда никому не отказывал в научных обсуждениях. Несмотря на то что в 1949 г. отношения с Зельдовичем были несколько испорчены, на научных контактах это не сказывалось. В последние годы Ландау говорил мне, что мечтает дожить до времени, когда сможет высказать одному человеку все, что о нем думает. Что именно Ландау о нем думает, он мне не сказал, так что о том, кто этот человек, я могу только догадываться.

Я полагаю, это было связано с тем периодом, когда у них были прерваны отношения и Ландау вообще отказывался иметь дело с Зельдовичем. Ссора произошла на почве совместной приклад-

ной деятельности. Я имею в виду атомный проект.

Ландау, как человек, в 1938 г. прошедший через репрессии и даже проведенный целый год в тюрьме на Лубянке, участвовал в атомном проекте из страха перед Сталиным, который инициировал весь проект и дал задание включить в него Ландау. Дау считал, что участие в проекте защищает его, и было от чего — в конце 1940-х годов уже полным ходом шли и дело врачей, и другие процессы. Но участвовал Дау в этом проекте без большого энтузиазма. Он, безусловно, делал все, что ему поручали, и старался, как и мы все, выполнить задание как можно лучше, но никакой инициативы при этом не проявлял. Тем более что изобретательских талантов, в отличие от Зельдовича, у Дау не было. Он не изобретатель, а аналитик, это совсем другое качество, особенно в технической области применения.

Что же касается Зельдовича, то Дау, наверное, считал, что тот проявлял излишнюю инициативу. Яков Борисович пытался включать Дау в какие-то подпроекты в рамках основных работ, не спрашивая его согласия. Это обижало Ландау. Он считал, что это проявление бестактности и что Зельдович не имеет на это права. Это и стало основой конфликта, приведшего к разрыву и к тому, что Ландау и вся наша группа впоследствии переключилась на развитие новой части проекта, которая как раз тогда образовалась под руководством А.Д.Сахарова и И.Е.Тамма.

Так что и дальнейшие задания мы уже получали, и все расчеты выполняли уже только для них, а отношения с Зельдовичем в рамках атомного проекта были прекращены. Оставался только один вариант, который и я, и Сережа Дьяков, мой очень талантливый, рано ушедший партнер, доделывали для Я.Б.Зельдовича и Ю.Б.Харитона. Таким образом, мы работали на Ландау и Сахарова, продолжая свою основную деятельность, и еще имели свою «маленькую лавочку» для Зельдовича. Затем этот проект тоже закрылся.

В пятницу 5 января 1962 г., которую теперь уже можно назвать последней пятницей Ландау, Зельдович пришел к нему с вопросом. Они уже общались и по-соседски, и по науке, отношения были прерваны только в их «атомной» части. Тем более что сам Зельдович к тому моменту тоже практически свернул свою деятельность в Сарове и занялся астрофизикой.

Поэтому вопрос, который он задал Ландау, был такой: может ли скорость звука в исключительных случаях достигать своего предельного значе-



Я.А.Сморodinский, Л.Д.Ландау и Я.Б.Зельдович.

ния — скорости света? Из теории относительности мы знаем, что скоростей больше скорости света быть не может. А Зельдовичу было очень важно знать: может ли скорость звука в определенной среде все же быть равной скорости света? Возможна ли такая среда, в которой звук бы распространялся со скоростью света?

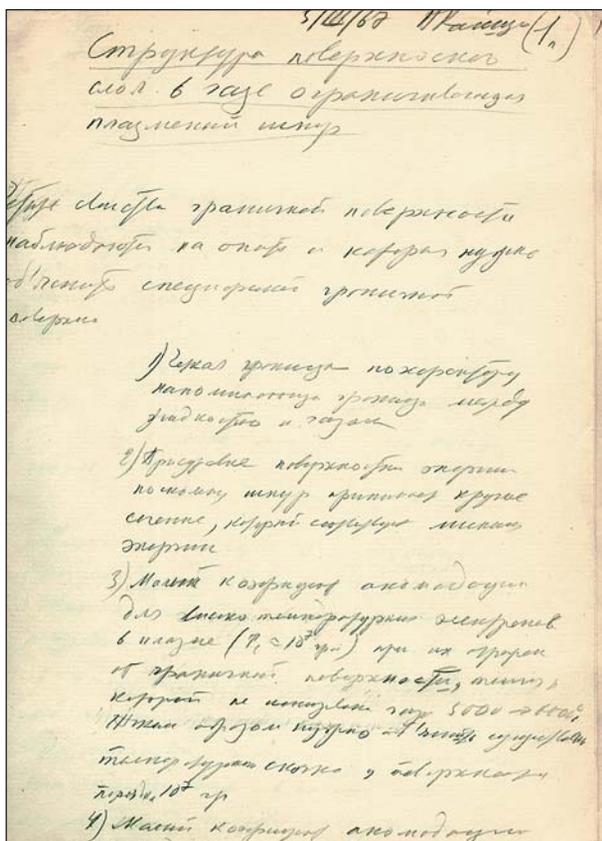
Ландау категорически ответил ему, что это невозможно. Однако сейчас мы рассматриваем некие предельные случаи в космосе, при которых скорость звука может быть равной скорости света. Мы используем такие уравнения состояния, из которых следует равенство скорости звука скорости света.

Но в ту пятницу Дау сказал Зельдовичу, что это невозможно. Что он при этом имел в виду, мы не знаем и никогда не узнаем до конца наших дней. Это была последняя пятница, когда Ландау занимался физикой, и последний разговор Дау о науке со своим учеником. Именно в последнюю пятницу Ландау Зельдович был у него. Почти библейский сюжет...

Миллион для Капицы

После автокатастрофы Ландау в связи с болезнью ушел от дел — формально он числился заведующим теоретическим отделом, но не был в состоянии заниматься физикой, и с 1962 г. обязанности заведующего теоретическим отделом исполнял я. (А с 1965 г. я стал директором Института теоретической физики им.Л.Д.Ландау.) Дау в то время от всех научных разговоров уклонялся, а на все вопросы отвечал: «Сейчас не будем, вот выздоровею, тогда поговорим».

В те годы Петр Леонидович Капица так же, как и многие физики, пытался заниматься возможно-



Рукопись П.Л.Капицы «Структура поверхностного слоя в газе, ограничивающем плазменный шнур». 1967 г.

стью применения атомных достижений ядерной энергии на мирном поле. Речь шла о том, как получить высокотемпературную плазму и удержать ее в магнитном поле. Занимались плазмой в первую очередь Сахаров и Тамм, поддержал идею и Будкер, который занимался этим очень серьезно — так что работы привели к созданию Новосибирского научного центра. (Будкер был учеником и сотрудником Курчатова. У Будкера было труднопроизносимое еврейское имя Герш Ицкович, и Курчатов переименовал его в Андрея Михайловича.)

Капица тоже решил использовать свои знания и достижения в электронике больших мощностей, чтобы получить в электрическом разряде высокие температуры, достаточные для ядерной реакции в смеси дейтерия и трития. Энергетика больших мощностей, которой он занимался в ссылке «на даче», уже принесла большую пользу: по этим разработкам создавались оригинальные генераторы высокочастотного излучения, и вообще энергетика — ценнейшая отрасль народного хозяйства. Так что Капице хотелось тоже внести свой вклад в разработку применения мирного атома.

Сам Капица был человек «наказанный» и долгое время жил в полурепрессированном состоянии у себя на Николиной горе. И он решил обос-

новать эту необходимость развития электроники больших мощностей потенциальной способностью сбивать самолеты электромагнитным излучением. Иными словами, по существу он уже тогда предвидел возможность применения лазерного оружия против самолетов. Самых лазеров тогда еще не было, а идея применения такого излучения у Капицы уже была! Он написал об этом Г.М. Маленкову, его поддержали финансово, и он получил возможность для своих исследований.

Капица, поняв, что конъюнктура сложилась в пользу мирного использования атома, решил, что с помощью электрического разряда он сможет получить необходимые для этого высокие температуры. И Петр Леонидович упорно занимался получением высоких температур в разрядной трубке более 30 лет.

Далее мы перенесемся в 1984 г.

Надо сказать, что идея Капицы была ошибочной. Это понимали многие. Всем из его близкого окружения было очевидно — его занятия бесплодны. В разрядной трубке нельзя получить температуры, необходимые для ядерной реакции в легких элементах, — это температуры порядка ста миллионов градусов. И теоретики не то чтобы говорили ему об этом напрямую (с Капицей это было невозможно), но периодически задавали Петру Леонидовичу наводящие вопросы, ответы на которые привели бы его к пониманию своей неправоты. Но у Капицы произошло своего рода заикание, а огорчать его не хотели — он был немолод, а это было дело 30 лет его жизни.

После ухода Ландау первое время заведующим теоретическим отделом в институте у Капицы был Илья Лифшиц. Одним своим присутствием он украшал институт, Лившиц был полезен в области физики твердого тела и начал активно развивать физику полимеров, но лично Капице полезным быть не мог. А после ухода И.М.Лифшица в 1983 г. Сергей Капица посоветовал отцу пригласить на должность заведующего теоретическим отделом Зельдовича. Мотивация была такая: Яков Борисович занимался ядерными реакциями, все про это понимает и сможет помочь Капице разобраться с его разрядными трубками, в которых тот хотел получить ядерную реакцию.

В 1983 г. Зельдович перешел работать в теоретический отдел Института физпроблем. Основное направление деятельности института в те годы — физика низких температур, которой он не очень интересовался. Яков Борисович в то время активно занимался астрофизикой, посвящая этому все свое время, многое сделал и многого достиг. Но он стал заведующим и должен был помогать Капице с его трубками.

В то время в Академии наук СССР были приняты ежегодные проверки подведомственных институтов. Эти процедуры проводились под эгидой вице-президента АН СССР В.А.Котельникова, великого радиопизика. Комиссия из авторитетных

ученых, академиков и членов-корреспондентов соответствующего отделения Академии, проверяла институты. По их итогам комиссия писала отчет и сдавала его — и так регулярно все институты подвергались тщательной экспертной проверке (сейчас о необходимости подобных действий много говорят, но это не приносит результатов, об этом можно только мечтать, а тогда это было регулярной практикой и работало очень четко). После чего, уже за подписью Котельникова, заключения по таким отчетам направлялись в институты для устранения недостатков. Обычно это сводилось к небольшим финансовым нарушениям (надо сказать, что комиссия проверяла и научную, и финансовую деятельность институтов).

Одну из комиссий, проверивших Институт физических проблем АН СССР в начале 1980-х годов, возглавлял Р.З.Сагдеев. Он тоже понимал, что Капица идет по ложному пути, но, будучи человеком тактичным, не сказал Петру Леонидовичу о его заблуждениях. Хотя, как человек научно честный, докладывая результаты проверки президенту Академии наук А.П.Александрову и вице-президенту В.А.Котельникову, интересовавшимся работами Капицы, свое пессимистическое отношение и скепсис высказал. На что те в один голос заявили: что же, у нас не найдется миллиона для Капицы?

Тогда это были большие деньги, но Капица был нобелевским лауреатом. Так что, даже несмотря на то что Капица шел по ложному пути, миллион для него у правительства и Академии нашелся.

Зельдович осторожно обсуждал с Капицей его эксперименты. Он понимал, что в разрядной трубке невозможно создать такие высокие температуры и давление, которые необходимы для ядерной реакции. Тем более не существует сил, способных удержать в трубке подобные параметры. Он пытался осторожно объяснить это Капице. При этом возникал естественный вопрос: если в трубке все же созданы такие температуры и идет ядерная реакция, то должны появиться нейтроны. Их уже невозможно удержать в трубке, а значит, их можно зарегистрировать. И где же они тогда? Но Капица на это отвечал, что в трубке возникает «двойной слой», который не пропускает нейтроны наружу. Эту идею он заимствовал из теории жидкого гелия, совсем другой области физики, и это вообще не имеет отношения к нейтронам. Но Капица говорил, что возникает стенка, «двойной слой», который все и блокирует.



Я.Б.Зельдович на одной из конференций. 1980-е годы.

Петр Леонидович вообще очень ревниво относился к своим работам. Его сын, Сергей Капица, лаборатория которого находилась в том же помещении, часто заходил в лабораторию Петра Леонидовича и общался со всеми. Но однажды Сергей начал давать отцу советы, в которых, по-видимому, сквозило некое сомнение. После чего Капица запретил ему входить в свою лабораторию. Надо сказать, что такая практика в институтах, занимающихся секретными разработками, в принципе существует. Человек из, скажем, лаборатории №15 не мог ходить в лабораторию №14, чтобы не знать о разработках других подразделений. В принципе это нормально и принято не только у нас, но и повсюду в мире. Это делается для предотвращения утечки важной научной информации. Но Сергею запретили вход в лабораторию отца только после того, как он стал вникать в существо работы.

И вот на сцене появился Зельдович. Его пускали в лабораторию Капицы. Петр Леонидович знал о его опыте и достижениях в развитии атомного проекта, ждал от него помощи, уважал его мнение и допускал на свою «кухню». И тут Зельдович нарушил негласное табу. По существу, оно было неявным и никогда вслух не высказывалось, но как бы висело в воздухе. Все свои о нем знали и говорили с Петром Леонидовичем очень осторожно. Зельдович же не отличался особой деликатностью, и начал высказывать естественные сомнения. Он определил самое узкое, самое слабое место в рассуждениях и опытах Капицы: где нейтроны? Капица ему рассказал, что они не вылетают, потому что их удерживает «двойной слой», на что Зельдович предложил эксперимент, который самому Капице в голову не приходил. Зельдович

предложил пустить нейтроны на трубку снаружи. Если такой «двойной слой» существует, то нейтроны от источника не пройдут сквозь трубку, потому что «двойной слой» их задержит.

Капица понял, что такой опыт имеет смысл, и согласился его сделать. Вооружился источником нейтронов и поставил эксперимент.

На письменном столе Петра Леонидовича, как у каждого уважающего себя руководителя, стоял традиционный перекидной календарь. Самой последней записью на последней исписанной странице календаря остался набросок этого эксперимента.

Капица поставил эксперимент. И нейтроны, естественно, прошли насквозь — никакого «двойного слоя» там не было. Для Капицы это был удар.

Возможно, идея такого эксперимента приходила в голову и другим сотрудникам и коллегам Капицы. Но они, боясь и представляя себе последствия отрицательного результата для Петра Леонидовича, об этом не говорили. Яков Борисович же, как человек новый, не подумал о серьезных последствиях, и решил, что тут, как и в любой научной дискуссии, можно и нужно говорить все. Но каждая научная дискуссия должна учитывать кроме научного также и человеческий, психологический аспект обстоятельств. Этот эксперимент мог оказаться убийственным для Капицы. Так и произошло. У Капицы случился инсульт, он попал в больницу, где, не приходя в сознание, через какое-то время скончался.

День записи в календаре — четверг. Удар с Петром Леонидовичем случился в ночь на пятницу.

Так история Якова Борисовича Зельдовича пересеклась с историей нашего института, Института физических проблем. Последний разговор с Ландау и последняя запись Капицы. Страсти и сюжет, достойные Шекспира. Великий человек заблуждается, другой великий человек нечаянно говорит ему правду — и тот умирает.

Итальянские встречи

Зельдовича, как человека «осведомленного», т.е. владеющего государственной тайной, после его ухода из проекта в Сарове, естественно, за границу не пускали. И Яков Борисович, ставший уже известным астрофизиком и всемирно знаменитым ученым не только в качестве создателя бомбы, не мог никуда поехать даже на научную конференцию. Но времена менялись, режим смягчался, и руководство Академии наук неоднократно ходатайствовало, чтобы Зельдовича начали пускать на международные конференции.

Сначала его выпустили на несколько дней в Грецию, в Афины, — но к этому я никакого отношения не имел.

У меня было хобби — организовывать международные симпозиумы. Это началось с наших ре-

гулярных совместных советско-американских симпозиумов, которые немало прославили как нашу, так и американскую науку. Кеннет Уилсон под влиянием дискуссий на этих симпозиумах в конце концов решил проблему фазового перехода второго рода и получил Нобелевскую премию. Нетривиальная идея состояла в том, что эту задачу нужно было решать в пространстве с дробной размерностью.

Так что наши симпозиумы оказались необычайно плодотворны. И у нас возникла подобная программа, причем как раз по астрофизике, уже с итальянскими учеными.

С итальянской стороны программу возглавил Ремо Руффини. Это известный астрофизик, ученик Джона Уилера из Принстонского университета, который, в свою очередь, совместно с Бором создал капельную модель ядра.

Руффини успешно работал в США, в Стэнфордском университете, но к тому времени он немного испортил отношения с Ч.Мизнером. Это был наш с Лифшицем и Белинским научный соперник. Ремо обнаружил ошибку в расчетах Мизнера по реликтовым излучениям. Он не сказал об этом самому Мизнеру, но после публикации его работы опубликовал свою, правильную. Красиво это или нет, можно спорить, хотя в науке это допустимо — он работал над той же проблемой, получил свой результат и опубликовал его. Но после этого Ремо решил вернуться в Италию, где ему благоволил великий итальянский физик Эдоардо Амальди, ученик Энрико Ферми.

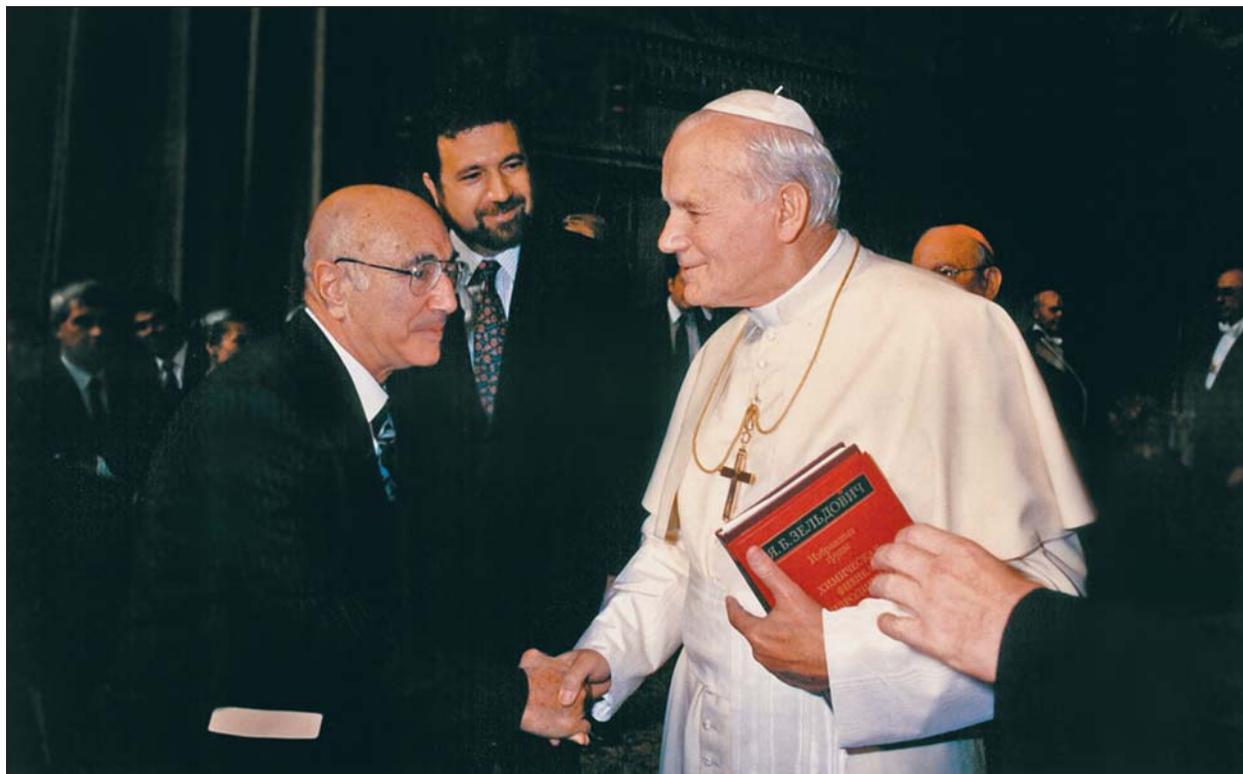
Амальди тоже приезжал в Москву, на мой 70-летний юбилей. Это было в 1989 г. Еще не окончилась холодная война, так что визит состоялся в рамках нашего совместного советско-датского симпозиума с Институтом Нильса Бора. Правда, большую часть делегации составляли американцы, которые из-за холодной войны приезжали в СССР в составе делегации датчан.

Мы же с Руффини организовывали совместные советско-итальянские симпозиумы по астрофизике в Риме. И Зельдович попросил меня включить его в состав делегации.

В этой поездке произошли две очень престижные и значимые встречи. Участников симпозиума принял президент Итальянской Республики. Этот прием проходил в знаменитом здании, президентском дворце Палаццо дель Квиринале.

Вторая встреча была еще более значимой и интересной. Дело в том, что Руффини имел большое влияние в Ватиканской академии. Это ему обеспечил его друг Амальди. И вот Ремо устроил для участников симпозиума визит в Ватикан и встречу с папой римским Иоанном Павлом II. Не все участники получили это приглашение — но Зельдович, естественно, был приглашен.

А у Зельдовича к тому моменту вышел двухтомник его работ по астрофизическим исследованиям. И он привез две огромные книги в пода-



Я.Б.Зельдович вручает папе римскому Иоанну Павлу II свои труды. На заднем плане итальянский физик Ремо Руффини.

рок Иоанну Павлу II. Обычно папе на таких встречах не делали подарков — у меня это был уже второй визит, и я был знаком с протоколом. Мы с Руффини сидели в первом ряду, прямо напротив папы, а Зельдович почему-то оказался не с нами. Он сидел в третьем или четвертом ряду и все время пытался встать и пробежать к Иоанну Павлу II, чтобы вручить ему эти книги. А там была папская гвардия, охрана, и вот эта гвардия все время очень нервничала, что кто-то из неизвестных посетителей пытается вскочить и прорваться к папе. Но в конце концов Зельдович добился своего и вручил Иоанну Павлу II два тома. Тот принял книги, пожал ему руку и тепло поблагодарил.

Заплывы с нитроглицерином

Зельдович как-то рассказывал мне, как ездил отдыхать в кремлевский санаторий в Ялте и много там плавал. И хвалился, что, хоть у него тогда побаливало сердце, он принимал нитроглицерин и плавал по несколько километров, не щадя своего здоровья.

А вообще Яков Борисович гордился своей физической формой. Я неоднократно наблюдал, как они со своим другом А.Б.Мигдалом в холле Института физпроблем после семинара Ландау мерились силой, пытаясь положить согнутую в локте руку. Эти две яркие личности соревновались

во всем, увлекались поэзией и часто обменивались острыми шуточными эпиграммами, которые быстро становились известными в кругу друзей-физиков.

Нобелевский вопрос

Часто возникает вопрос: получил бы Зельдович Нобелевскую премию, если бы дожил, и за какую именно работу? У него, безусловно, было много выдающихся трудов. Среди них есть одна, очень важная, ее результат назван эффектом Зельдовича—Сюняева. Это некое явление, связанное с черным излучением, — тонкий, малый эффект, показывающий, как влияет окружающее пространство на черное излучение.

За эту работу Яков Борисович посмертно получил премию Фридмана. Когда рассматривалось вручение этой премии, я был председателем комиссии — и мы тогда в виде исключения включили Зельдовича посмертно, хотя раньше это не практиковалось. Не исключено, что, если бы Яков Борисович прожил дольше, он бы получил за это и Нобелевскую премию. Но тут очень важно найти правильную формулировку, за что именно давать премию. А такая формулировка появилась лишь относительно недавно, после того как удалось провести наблюдения этого эффекта, — только тогда его смогли вполне оценить. ■

Наставник молодежи

Б.В.Комберг,

доктор физико-математических наук

Институт физических наук им. П.Н.Лебедева РАН

Москва

С то лет со дня рождения выдающегося физика XX в., основателя советской школы релятивистской астрофизики и яркого неординарного человека академика Якова Борисовича Зельдовича исполнилось 8 марта 2014 г. И хотя со дня его скоропостижной кончины 2 декабря 1987 г. прошло уже больше 25 лет, годы работы под его руководством — сначала в Институте прикладной математики (ИПМ) АН СССР (1964—1974), а затем в Институте космических исследований (ИКИ) АН СССР (1974—1979) — остаются для меня незабываемыми и с годами все более «очевидными и невероятными».

Впервые о Якове Борисовиче я услышал в ГАИШе (Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова) от И.С.Шкловского при каком-то разговоре в его кабинете, в 61-й комнате. Было это в 1963 г., когда я начал писать дипломную работу по спиновым поправкам в синхротронном излучении под руководством В.Л.Гинзбурга в Физическом институте им. П.Н.Лебедева АН СССР (ФИАН). Защитив диплом на кафедре астрономии в ГАИШе, я остался «нераспределенным», так как меня не взяли в п/я («почтовый ящик» — т.е. закрытую номерную научно-исследовательскую организацию) на лазерную тематику (скорее всего, из-за 5-го пункта), а астрономических мест для меня в Москве не нашлось. К моему счастью, незадолго до этого в ГАИШ для разговора с Игорем Новиковым, который после окончания аспирантуры (у А.Л.Зельманова) работал там ученым секретарем, пришел Яков Борисович для обсуждения своей работы по «полузамкнутым мирам». Компетентия Новикова в этом вопросе впечатлила Я.Б., и он предложил Игорю перейти на работу к нему в отдел, который создавался по решению президента Академии наук М.В.Келдыша в ИПМ. С переходом из ГАИША в ИПМ у Новикова возникли некоторые проблемы, которые быстро разрешились после телефонного разговора Якова Борисовича с ректором МГУ академиком И.Г.Петровским.

Так в 1963 г. появился отдел релятивистской астрофизики, в котором кроме самого Я.Б. были

еще А.Г.Дорошкевич, вернувшийся с ним в Москву, а теперь еще и И.Д.Новиков. Так как в отделе были незаполненные штаты, то Игорь предложил мне и Лёне Грищуку попытать счастья и пройти собеседование с Я.Б. Прежде чем решиться на такой ответственный шаг, мы с Грищуком решили посоветоваться с профессором С.Б.Пикельнером, который горячо одобрил эту идею, но предупредил нас, что Я.Б. в разговоре может допускать непарламентские выражения. («Святой Моня», как звали С.Б. в ГАИШе, думал, что это может нас с Лёней напугать...) Собеседование с Я.Б. состоялось с неожиданным результатом: я его прошел, а Лёня — нет. (Возможно, тут сыграл роль разговор с Я.Б. о моем дипломе у Гинзбурга.) Забегая вперед, скажу, что впоследствии у Л.П.Грищука было несколько важных работ с Я.Б., в 1982 г. Зельдович стал по совместительству заведующим теоретическим отделом в ГАИШе, а Лёня — его заместителем.

Итак, в памятный для меня день 22 апреля 1964 г. после некоторой «заминки» с моей анкетой состоялся мой приход в отдел Якова Борисовича третьим его сотрудником.

Я.Б. тогда было 50 лет, он поражал неумемной энергией, обширными знаниями, эрудицией и физической интуицией, четкостью мысли и слов, а также каким-то детским нетерпением в получении ответов на поставленные вопросы. При этом он еще успевал впитывать новые понятия и знания из смежных для него областей. Я как-то спросил его, почему он после работы над атомным проектом решил заняться именно астрофизикой? Я.Б. ответил, что для этого были две причины: во-первых, он рассчитывал «отдохнуть» в науке после многолетней плановой работы на военных и, во-вторых, лучше разобраться в X главе второго тома Ландау и Лифшица, посвященной тяготению. Однако, заметил он, «отдохнуть» не получается из-за большой конкуренции среди астрофизиков — она заставляет все время торопиться.

Отдел быстро разрастался за счет аспирантов из Московского физико-технического института и МГУ. Стали проводиться рабочие семинары, на которых надо было делать рефераты статей из зарубежных журналов, которые Я.Б. лично отмечал ручкой прямо в оглавлении. Всячески приветствовалась и инициатива. Заключались научные пари, когда проигравший выставлял бутылку нар-

зана с наклейкой о причине проигрыша. Случалось, хотя и редко, что бутылку приходилось ставить и шефу. Причем в особых важных спорах Я.Б. выставлял коньяк.

Семинары проводились в нашей небольшой комнате на втором этаже ИПМ, куда набивалось много народа, в том числе и приезжих. Было еще неудобство с выписыванием многочисленных пропусков на проход в здание. Поэтому по договоренности Якова Борисовича с Гинзбургом и Шкловским было решено организовать Общественный астрофизический семинар (ОАС) в ГАИШе. Секретарем семинара попросили быть меня. Яков Борисович всегда внимательно следил за формированием повесток и их рассылкой по многим адресам. Заседания проходили по четвергам через неделю. Первое заседание ОАС состоялось 28 апреля 1966 г., а последнее при моем секретарстве — в 1979 г., когда я попросил Я.Б. меня от этой обязанности освободить. (Все 236 повесток семинара я сохранил в своем архиве. Они дают наглядное представление о проблемах астрофизики в те годы.) Хотя начинался семинар с тремя сопредседателями, но триумvirаты, как известно, неустойчивы: очень скоро ОАС стал семинаром Зельдовича и собирал полные залы слушателей из разных городов СССР и зарубежных стран. (Рассказ о семинаре — это отдельная и интересная тема со своими взлетами и падениями, фаворитами и неудачниками.)

Возвращаясь к научному темпераменту Я.Б., который стремился развить в сотрудниках наступательный стиль, мне вспоминается, как он, даже находясь в отпуске, присылал нам письма с укорами относительно медлительности в работе и упущенных возможностях. Он жаловался, что на новые темы ему приходится брать новых сотрудников, так как старых не сдвинуть с места. Яков Борисович спешил наверстать в науке время, когда он был от науки оторван на оборонные задачи. Такая его азартная, нетерпеливая позиция иногда приводила к блестящим результатам, а иногда вела по ложному пути. Не всегда удавалось выдерживать напор и не поддаваться на заманчивые перспективы. Я это знаю по себе, когда после обнаружения первой джотины квазаров Я.Б. предложил мне построить для квазаров функцию светимости и поискать для переменных квазаров «цефеидную» зависимость между светимостью и характерными временами переменности. Мне удалось, правда, убедить Я.Б., что для достоверных выводов нет пока достаточного



Я.Б.Зельдович и И.С.Шкловский.

количества данных. С другой стороны, когда мы написали по моему предложению статью о синхротронном излучении протонов и послали ее в «Астрономический журнал», Я.Б. неожиданно забрал ее из редакции, сказав, что она не представляет интереса. (Сейчас на эту тему публикуется много работ.) Вспоминаю, как Я.Б. прямо у доски показал, как можно объяснить наблюдаемые «сверхсветовые» скорости. Так, как выяснилось позже, он объяснил ошибочный результат Т.Меттьюза об очень быстром исчезновении оптической туманности вокруг одного из квазаров. Позже М.Рис схожим образом проинтерпретировал наблюдаемые «сверхсветовые» скорости парсековых радиовыбросов из активных ядер галактик (Я.Б. не посчитал нужным публиковать свой результат как очевидный).

Яков Борисович был демократичным руководителем и готов был обсуждать научные проблемы с любым интересующимся, вне зависимости от регалий и званий. Но, если разговор был ему неинтересен, он мог его и оборвать. Не любил Я.Б., когда поставленные им задачи решались, по его мнению, слишком медленно. Тогда он сам получал нужный ответ или привлекал к решению более активных сотрудников. А «провинившегося» мог некоторое время как бы не замечать. Когда он уезжал в отпуск, то иногда, повторю, присылал в отдел письма, в которых выражал недовольство медлительностью в решении тех или иных «горячих» задач. Вот, к примеру, какое письмо в конце 1972 г. прислал Яков Борисович в космологическую группу 11-го отдела (И.Д.Новикову, А.Г.Дорошкевичу, В.Н.Лукашу, А.Г.Полнареву, С.Ф.Шандарину).

Ваша группа находится в кризисном положении. Не поняв этого, вы не сможете преодолеть

кризис. Ниже я многое утрирую сознательно, о некоторых положительных моментах умалчиваю, но вам нужно понять прежде всего то, что плохо.

Вы мало думаете о том, что на самом деле происходит в Природе. Вы не в курсе чужих работ — литературы по наблюдениям и первичной обработке. Поэтому и не появляются работы по выяснению того, что на самом деле. Примеры: нуклеосинтез. Знаете только про He^4 , что его первично меньше 40–50%. А тем временем Пиблс и др. выяснили, что D и Li^7 тоже первичные, получили отсюда интересные оценки. Дальше: статистика скоплений галактик, рентгеновский космический фон, флуктуации температуры реликта, излучение и другие свойства ядер галактик.

Читаете ли вы оригинальные статьи? У вас недостаток сведений перекрывается дешевым скепсисом: «такую-то величину нельзя точно измерить, вот 20 лет назад ее измеряли и ошиблись». И получается, что сведения 20-летней давности мешают вам чувствовать новое. Мысли обращены на доказательство невозможности, а не на поиски путей вперед...

Почему не доказаны оценки на вклад гравитационных волн [гравитационных волн] по флуктуациям реликта и по пекулярным движениям (Докур, Рис)? Поставлен уже около 10 лет назад вопрос о белых дырах (очень приятно, что обогнали Немана) — но есть ли они, как они выглядят — до сих пор не выяснили. Держим как фигу в кармане — может быть, подарим сторонникам сверхплотных тел?

Тепловой режим «блинов» было бы естественно сделать в вашей группе. Однако в споре о рентгеновском излучении от них помощи от группы не последовало. По сравнению с перечисленными вопросами результаты (не отрицаю — положительные) по проверке теории «блинов», по миксмастеру, по синхротронному гравизлучению — недостаточны. Математической сверхглубины, новых методов тоже нет. И наконец, стиль работы — вялый, не боевитый. Посылка в печать короткой заметки — о происхождении вращения галактик — растягивается на год, а многое и вообще не оформлено.

Если не будет перелома — будет вам плохо! Не потому плохо, что буду вас осуждать и порицать, применять адммеры [административные меры]. Нет, этого я делать не буду. Плохо будет потому, что жизнь, открытия, связь с наблюдениями — все это пройдет мимо. Будут идти годы. Вы будете дискутировать с людьми того же профиля, оторванными от реальной астрофизики, — такие люди найдутся и у нас, и в других группах, и за границей. Вы даже будете побеждать их в спорах, и вам будет казаться, что вы в гуще событий. Но настоящая жизнь будет идти мимо. Из юношей, подающих надежды, вы... превратитесь в ученых мужей (может быть,

и со степенями), от которых уже не ждут ярких результатов.

В школе, в вузе можно быть отличником, не имея характера, самостоятельности. Здесь, в ИПМ или в аспирантуре, без самостоятельности, без продумывания тематики, на чужом горбу только с послушанием в рай не въедешь. Надо читать литературу, думать о прочитанном, выбирать важное. Планировать возможные опыты, не опускать руки, не исчерпав всего остроумия, всей фантазии.

Иначе окажетесь на краю даже не пропасти, а илистого болота, которое засосет, если не начнете шевелиться во всю силу. И еще одно — ощутите себя группой, объедините силы и мозги.

С приветом, Я.Б.Зельдович

Вот такие послания изредка получали мы от продолжающего и в отпуске мыслить о науке нашего неутомимого шефа. И они, безусловно, нас взбадривали.

Я.Б. был щедр на разбрасывание идей среди своих учеников, не гоняясь за авторством. Он говорил, что не ставит свою подпись под работой, если его вклад меньше 2/3. Однако по отношению к успехам других групп он был ревнив и настраивал сотрудников на победы в «соревновании». Он в шутку говорил, что для руководителя научного коллектива мало, чтобы была успешная работа внутри. Надо еще чтобы в соседнем таком же коллективе дела шли не так успешно.

О блестящих научных результатах Якова Борисовича и его учеников говорит авторитет, который имела его группа среди астрофизиков всего мира. И это был заслуженный авторитет. Но меня в Я.Б. даже больше восхищало его отношение к научным промахам. Дело в том, что Яков Борисович всегда подчеркивал и анализировал свои промахи в научных прогнозах. Это не были ошибки. Просто при недостатке наблюдательных данных на «развилках» гипотез Я.Б. не всегда выбирал дорогу, которая вела к успеху. На своих промахах он учил сотрудников, оберегая их от повторений ошибочных выводов. Примеров этому можно привести несколько. Не получилась теория излучения квазаров на основе модели устойчивости «сверхзвезды». Поняв ошибочность этого пути, Яков Борисович даже написал стишок, который начинался так:

*Модель квазара не прошла,
Ну что ж! Тем хуже для квазара...
Душа моя еще полна
Виденьем огненного шара.*

Не прошла его гипотеза о том, что импульсное излучение от радиопульсаров обусловлено колебаниями белых карликов. Вывод этот Я.Б. сделал, основываясь на том, что периоды у первых пульсаров попадали в область допустимых частот для колебаний белых карликов.

До обнаружения реликтового радиоизлучения Яков Борисович придерживался модели «холод-

ного начала», исходя из ошибочных данных относительно доли He в некоторых типах звезд, и обоснованно критиковал Георгия Гамова за его гипотезу «о горячем начале», при котором, по его мнению, можно было получить наблюдаемый химический состав Вселенной до образования звезд. Если бы не эта настроенность Я.Б. на «холодное начало», то, возможно, работа И.Д.Новикова и А.Г.Дорошкевича, вышедшая в «Докладах Академии наук» в 1964 г. и посвященная расчету интенсивности излучения пыли в модели «горячего начала», имела бы большее значение для обнаружения в 1965 г. реликтового радиоизлучения (хотя об этой статье и упоминалось в нобелевской речи, прочитанной после вручения в 1978 г. американцам А.Пензиасу и Р.Вильсону за открытие реликтового излучения).

Корил Я.Б. себя и за то, что «прозевал» процесс испарения черных дыр Хокинга и отказался подавать в «Доклады Академии наук» работу Э.Б.Глинера, который вводил странное уравнение состояния. Позже А.Х.Гус (Гут) использовал его в гипотезе об инфляции в ранней Вселенной, что потом Я.Б. принял с восторгом.

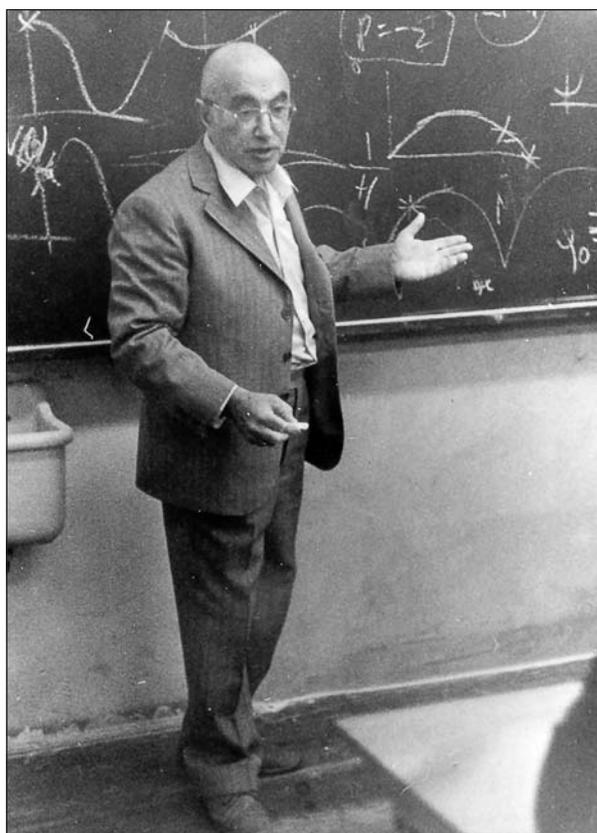
На наших глазах Яков Борисович укорял Виктория Шварцмана за его, по мнению Я.Б., недостоверный вывод о характерном масштабе крупномасштабной структуры в 250 Мпк (при $H_0 = 50$), который был получен по всего 50 самым ярким галактикам в центрах богатых скоплений.

Надо сказать, что «ранний» астрофизик Зельдович стоял на позиции «бритвы Оккама»: в природе реализуются не все варианты, а потому не надо вводить лишние сущности. Однако, учась на своих промахах, «поздний» Я.Б. уже допускал возможность разных предположений, если только они не противоречат законам физики.

По «гамбургскому счету» отдел Зельдовича в 70–80-х годах XX в. занимал передовые позиции на мировом уровне, что отразилось в монографиях, написанных совместно с Новиковым. Это «Релятивистская астрофизика» (1967), «Теория тяготения и эволюция звезд» (1971), «Строение и эволюция Вселенной» (1975).

В отделе Якова Борисовича впервые была понята роль аккреции в образовании компактных объектов как звездные массы (работы Н.И.Шакуры, Р.А.Сюняева, В.Ф.Шварцмана), так и сверхмассивных тел в центрах галактик. В частности, в работе с Новиковым, опубликованной в «Докладах Академии наук» в 1964 г., они впервые дали оценку массы квазара, исходя из представления об эддингтоновской светимости при сферической аккреции. Вместе с О.Х.Гусейновым было показано, что при коллапсе массивной звезды следует ожидать мощного нейтринного излучения.

Андрей Дмитриевич Сахаров первым в 1965 г. отметил возможность появления звуковых стоячих волн в межгалактической среде при смене уравнения состояния. Но после обнаружения



Яков Борисович читает лекцию в ГАИШе. Начало 1980-х.

в 1965 г. реликтового излучения Я.Б. осознал, что выводы Сахарова можно применить и для случая «горячего начала», поскольку при расширении Вселенной происходит ее остывание. Так в научный обиход было введено понятие «сахаровских осцилляций», о которых в 1970 г. писал Зельдович (совместно с Р.А.Сюняевым) в журнале «Astrophysics and Space Sciences».

Несколько раньше (в 1969 г.) Яков Борисович вместе с Сюняевым рассматривали эффект рассеяния реликтовых квантов на горячем газе в центральных областях богатых скоплений, что позволяет обнаруживать рентгеновские скопления галактик в радиодиапазоне. И хотя этот же эффект — «помеха» при обнаружении мелкомасштабных первичных флуктуаций микроволнового фона, с его помощью удастся находить далекие богатые скопления галактик, которые в оптических обзорах были пропущены. Внес Я.Б. неоценимый вклад и в проблему формирования крупномасштабной структуры Вселенной, показав в 1970 г., что неустойчивость гравитирующего бездиссипативного газа приводит к появлению уплощенных структур — знаменитых «блинов» Зельдовича.

Внес свой вклад Яков Борисович и в анализ природы квантового рождения нашей Вселенной, предположив вместе с Е.Р.Гаррисоном, что спектр

первичных квантовых флуктуаций плоский. Эти идеи вместе с ним развивали его ученики и сотрудники Л.П.Гришук и А.А.Старобинский.

Вернусь к рассказу об отделе Я.Б. в ИПМ. Он разрастался за счет прихода талантливых аспирантов (Г.С.Бисноватого-Когана, В.М.Чечеткина, Р.А.Сюняева, В.Ф.Шварцмана, Н.И.Шакуры, четы Рузмайкиных, А.Ф.Илларионова, В.Н.Лукаша, С.Ф.Шандарина, А.Г.Полнарера, М.М.Баско, А.Н.Шварца, В.М.Дашевского и др.). После защиты часть оставалась в отделе, а других Яков Борисович пристраивал в другие астрономические организации. Возрастали в отделе и центробежные тенденции. Особенно это сказывалось на взаимоотношениях между Сюняевым и Новиковым. Карьерные устремления Сюняева стали приводить к конфликтным ситуациям, особенно когда он стремился оградить «свой огород» от работы в нем других сотрудников. Раньше внутри отдела этого не наблюдалось. После защиты в 1967 г. кандидатской диссертации Сюняев стал форсировать написание докторской. Но Новиков к тому времени еще не был доктором, и поэтому Я.Б. стал его торопить с защитой. Она состоялась в декабре 1970 г., и оппонентами по предложению Якова Борисовича были В.Л.Гинзбург, С.Б.Пикельнер и А.Д.Сахаров. После успешной защиты докторской диссертации Новиковым дорога для Сюняева была открыта, но тут против такой спешки стал возражать Шкловский. Назревал конфликт, и я спросил у Я.Б., зачем он во всем потворствует требованиям Сюняева. На это Яков Борисович то ли в шутку, то ли всерьез ответил, что «Сюняеву проще

дать, чем не давать». После защиты докторской в 1973 г. Сюняев, естественно, начал думать о выдвижении в члены-корреспонденты АН СССР. Прежние попытки Я.Б. провести в Академию наук одновременно и Новикова, и Сюняева успехом не увенчались. Надо было выбирать, кого «проталкивать» первым.

Примерно за год до этого в Москву вернулись из Новосибирска Р.З.Сагдеев и А.А.Галеев, которых Я.Б. пригласил к нам в отдел читать лекции по плазме. Вскоре Сагдеев был назначен вместо академика И.Г.Петрова директором ИКИ АН СССР и стал уговаривать Я.Б. перейти из ИПМ к нему. Сначала Я.Б. согласился на переход в Институт космических исследований всем отделом, однако потом передумал и принял решение «почковаться», т.е. отправить туда молодых сотрудников, и предложил этот вариант сначала Новикову. Но с этим не согласился Сюняев, так как он хотел в ИКИ получить сектор. Тогда возник вариант, чтобы Новикова оставить в Институте прикладной математики, так как близкие к нему сотрудники не хотели переходить в ИКИ. Но против сектора в ИПМ стал возражать заместитель директора ИПМ А.Н.Тихонов, и было принято решение об организации в ИКИ двух секторов — Новикова и Сюняева. В результате мы в 1974 г. оказались в Институте космических исследований, а Я.Б. с несколькими сотрудниками (Дорошкевич, Чечеткин) остался в ИПМ, оставив за собой руководство и частью отдела, перешедшего в ИКИ. В 1979 г. началась очередная компания по выдвижению в Академию наук, и Я.Б. на ученом Совете ИКИ на этот раз сделал выбор в пользу Сюняева. Сотрудники всего отдела, включая и сектор Сюняева, стали против такого решения возражать и высказали свои соображения Якову Борисовичу. Сначала Я.Б. воспринял наши доводы с пониманием, но после возвращения из командировки Сюняева изменил свое мнение — стал говорить о «бунте на корабле» и отказался от руководства нашим сектором. Попытки Н.С.Кардашева, Тамары Бреус, Алика Фридмана, Виктории Шварцмана и др. сгладить конфликт к успеху не привели.

Дирекция ИКИ стала искать разные варианты разрешения конфликта — встал вопрос о переходе в другой отдел. По предложению Сагдеева и Кардашева, одобренному заведующим 3-м отделом Шкловским, было принято решение перевести нас в его отдел, что и было осуществлено в 1979 г. Шкловский говорил: «Я.Б. сделал мне прекрасный подарок». Вот тогда я и подал в отставку с поста секретаря ОАС, что вызвало, как мне показалось, раздражение у Я.Б. Но я объяснил, что в такой ситуации мне трудно выполнять свои обязанности (тем более что и взаимоотношения Якова Борисовича с Иосифом Самойловичем оставляли желать лучшего).

С годами, прошедшими с тех пор, горечь от охлаждения к нам Якова Борисовича поутихла,



Я.Б.Зельдович в спортлагере Института прикладной математики. 1973 г.

а воспоминания о дружной работе в ИПМ становятся все ярче. Не забывается, как Я.Б. приглашал нас для разговоров к себе домой на Воробьевы горы, а гостеприимная Варвара Павловна старалась нас подкармливать. Как Яков Борисович считал своим долгом провожать в последний путь наших родных. Как нас пригласили на 60-летие Я.Б., где старые соратники Якова Борисовича разыгрывали «живые шарады», а на дверях одной из комнат была табличка «внукохранилище».

Неожиданный и скоропостижный уход Якова Борисовича у меня как-то прочно связался с гибелью в Специальной астрофизической обсерватории (САО) АН СССР одного из его любимых учеников Виктория Шварцмана. Я.Б. высоко ценил своего талантливого ученика и после защиты кандидатской посоветовал Викторию поехать работать в САО (она располагается в станице Зеленчукской в Карачаево-Черкессии) к Ю.Н.Парийскому. (Викторий не стал просить Я.Б. помочь с пропиской в Москве, как это делали многие другие ученики Якова Борисовича.) Шварцман в САО развил бурную деятельность по созданию оптического прибора с предельно высоким временным разрешением (до 10 нс) — «МАНИЯ». У него появилась идея доказать существование черных дыр по очень быстрым колебаниям блеска вблизи гравитационного радиуса. Прибор был создан за пять лет, но, кроме верхних пределов, ничего обнаружить не удалось, и от идеи пришлось отказаться, перейдя к наблюдениям оптических импульсов от пульсаров Крабе и вспышек от звезд. Его попытка обнаружить «дүхи», т.е. «обратное» изображение объекта в замкнутой Вселенной, также не удалась. Зато он получил по наблюдениям ярчайших галактик в центрах скоплений характерный масштаб крупномасштабной структуры. Правда, анализ был проведен всего по 50 галактикам, и результат встретил резкую критику Я.Б. В довершение всего Викторий в конфликте между Сюняевым и Новиковым однозначно принял сторону нас и Новикова, о чем открыто говорил Якову Борисовичу. Отношения между учителем и учеником стали натянутыми, а после их поездки на конференцию в Венгрию вообще испортились. Викторий мне показывал письмо от Сюняева, в котором последний в дипломатических выражениях ставил условием защиты Шварцманом докторской его отказ от поддержки Новикова перед Я.Б. Все эти события наложились на болезненное психическое состояние Виктория, которому друзья и врачи советовали согласиться на лечение, чего он боялся. Закончилось все трагедией. Яков Борисович тяжело переживал гибель Шварцмана. (Еще года за три до этих событий Я.Б. говорил мне, чтобы мы как-то посодействовали Викторию с переездом из САО в Москву.) Узнав, что я вернулся из САО и привез копии писем Виктория к коллегам, к матери и жене, Яков Борисович попросил у меня их прочитать. И у меня до сих пор стоит перед



Я.Б.Зельдович и А.Д.Сахаров на Международной конференции по квантовой гравитации. Москва, 1987 г.

глазами сгорбленная фигура Я.Б., сидящего за столом в конференц-зале ГАИША, читающего, обхватив голову руками, эти прощальные письма своего ученика.

В заключение остается только добавить: мне неслыханно повезло, что я почти случайно попал в отдел Якова Борисовича и больше 10 лет имел возможность наблюдать вблизи этого незаурядного, яркого ученого и человека. Были взлеты и падения в наших взаимоотношениях, которые в силу разных весовых категорий определялись не мной, но я всегда старался в меру своих сил быть благодарным и объективным в своем отношении к Якову Борисовичу, понимая, что и он не всегда свободен в своих поступках. Это особенно проявлялось в его взаимоотношениях с Андреем Дмитриевичем Сахаровым, которого Яков Борисович безмерно уважал и по-своему защищал, никогда не подписывая коллективных писем против него. И хотя Я.Б. не всегда откликнулся на просьбы Андрея Дмитриевича и не одобрял ряда его поступков, однако эти их идейные разногласия не мешали уважительному отношению друг к другу. И я запомнил, что на похоронах Якова Борисовича в Президиуме Академии наук Андрей Дмитриевич сказал: «За 40 лет между нами были разные периоды — но это все пена в потоке жизни...». Пена, как известно, опадает. А поток жизни остается, и наша задача всегда хранить память о наших наставниках и передавать свой и их опыт молодым, чтобы этот поток не иссякал. ■