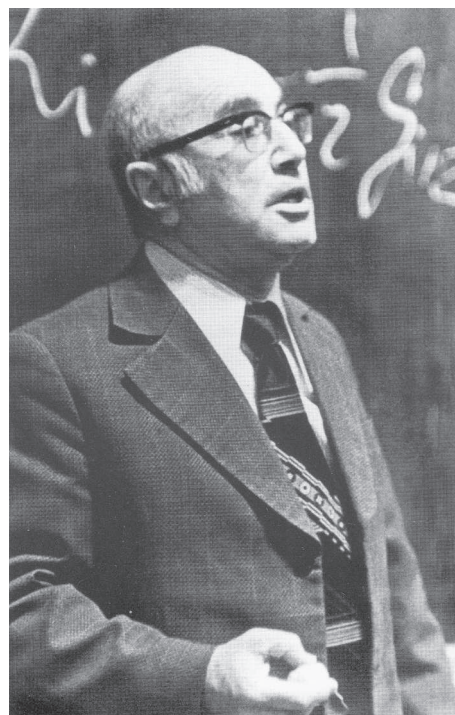


УДК 53(091); 53(092)

*И. С. Нургалиев¹***ФИЗИКА ПРЕВЫШЕ ВСЕГО (ЯКОВ БОРИСОВИЧ ЗЕЛЬДОВИЧ
КАК ПЕДАГОГ – МЫСЛИ В ЕГО 100-ЛЕТИЕ)****Ключевые слова:** Яков Борисович Зельдович, космология, релятивистская астрофизика, несингулярная Вселенная.**PACS:** 01.60.+q, 01.65.+g, 03.65.±w

Мне посчастливилось прослушать спецкурс Якова Борисовича «Космология и релятивистская астрофизика» на физическом факультете МГУ. Вместе с посещением Объединенного Астрофизического семинара в ГАИШе (под его же руководством) эти занятия определили круг задач, которые я выбрал для кандидатской диссертации и на долгие годы вперед. Хочу поделиться теми наблюдениями, из мало представленных в мемуаристике о Якове Борисовиче, которые непременно заслуживают всеобщего внимания. Особенно актуальными эти наблюдения становятся в последние годы в связи с остро назревшей необходимостью осмысления сбалансированного места фундаментальных знаний в системе современного образования, причем отнюдь не только в нашей стране. Яков Борисович, нужно отметить, этим вопросам уделял и специальное внимание, не только мимоходом. Его перу вместе с соавторами принадлежат замечательные учебники, написанные с собственным видением, например, того, когда и в какой манере нужно будущих физиков знакомить с математикой [1–13]. Эти книги и методические заметки оказываются откровением для тех, кто преподает или изучает математику для изучения физики. Полагаю, эти книги заслуживают более широкого внедрения в официальные списки рекомендованной литературы (особенно, дополнительной) чем, это имеет место до сих пор.

Чтобы понять, насколько объявление о том, что набирается спецкурс Якова Борисовича для аспирантов, старшекурсников и сотрудников для меня оказалось очень своевременным, нужно отметить удачно сложившуюся последовательность. На кафедру теоретической физики МГУ им. М.В.Ломоносова я попал как дипломник кафедры теории относительности и гравитации физфака Казанского университета, математическими традициями восходящей Николаю Николаевичу Лобачевскому. Далее, продолжая тематику дипломной работы, поступил в аспирантуру физического факультета МГУ. Строгие математические методы Казанской геометрической школы и полевые методы кафедры теоретической физики МГУ оказалось можно гармонично сочетать, рассматривая задачи, представленные на лекциях Якова Борисовича, многие из которых были подробно разобраны в его монографиях с соавторами. Такой подход к решению задач сочетая методы разных разделов физики и математики, чему данный спецкурс приобщал, я бы назвал «получением результатов самым кратчайшим путем», что создавало ощущение простоты решения, конечно же лишь после того как оно уже получено. Здесь приходит на ум высказывание Эйнштейна о том, что модель должна быть «максимально простой, но не проще». Для того чтобы следовать этой рекомендации, конечно, нужно иметь интуицию Якова Борисовича, нажитую в самых разнообразных областях огромным разнообразным опытом

**Яков Борисович Зельдович**¹E-mail: ildus58@mail.ru

физика-теоретика, привыкшего результат доводить до числа и тут же подвергнуть экспериментальной проверке.

Общее впечатление от спецкурса в сжатом виде можно сформулировать так. Учитель с недосягаемой высоты понимания проблемы благодаря богатейшей интуиции, выработанной опытом из разных областей, которых у слушателя еще нет, сбрасывает ученику веревочную лестницу, верно и быстро ведущую к решению. Таким образом экономится время подрастающего теоретика для решения еще нерешенных задач.

Имея дело с особо красивыми решениями, Яков Борисович делился заразительным удовольствием со слушателями, и это он делал специально, педагогически осознанно. Перед каждой новой задачей он сначала просил «генерировать соображения» о том, как к задаче подступиться, даже к таким, на решение которых ему самому в свое время пришлось изрядно поломать голову. Он считал также весьма поучительным разбирать «хорошие ошибки» известных физиков, в том числе, свои собственные.

Одной из нетривиальных находок в педагогическом стиле Якова Борисовича было подыскивание связей между сложными разделами и простыми разделами наук. Например, как квантовая механика помогает понять классическую механику, как высшая математика помогает понять элементарную и тому подобное. Такой подход не только способствует прочному пониманию соответствующих разделов, но и, собственно, умению выстраивать тесные аналогии между тем, что нужно понять и тем, что до того уже понято, — это и есть то, что с точки зрения автора этих строк называется наступлением состояния понимания. Другое дело, некоторые принципиально новые разделы теоретику приходится осваивать путем приобретения навыков работы в новом разделе (допустимые преобразования, получение правильных результатов) еще до возникновения комфортного чувства понимания. Активно работающим теоретикам не привыкать к таким ситуациям. А потом наступает этап «стерпится-слюбится».

Хотя я и не уверен, что все читатели это одобряют, все же хочу позволить себе полемизировать с Яковом Борисовичем, как бы продолжая у него учиться. Мне кажется, другим тоже свойственно продолжать вести диалог с уже физически отсутствующим авторитетным учителем и придумывать за него аргументы против себя и отвечать на эти аргументы.

Начну с того, что Яков Борисович сам признавался, что он «автоматически» волей-неволей относится ко Вселенной как к «изделию» — так выражаются коллеги, работающие в «ящиках» и «на объектах». Позволю себе утверждать, что авторами «технического задания» на космологическое «изделие» являлись предшествующие космологи, главным образом — западные, убедившие себя и большую часть остальных, что сингулярность в начале расширения Вселенной — это истина в конечной инстанции. Тем временем, обращает на себя внимание следующая цепочка событий, достойная пера историков науки: молодые и по-хорошему дерзкие космологи «гнули», одного за другим, авторитетнейших теоретиков и наблюдателей в сторону сингулярности, не отличающейся физической научностью, а являющейся всего лишь обозначением математического фантома, ответственного за то, что строящаяся модель Вселенной слишком проста (слишком симметрична) вопреки упомянутому выше призыву Эйнштейна.

Первыми пали такие титаны как Эйнштейн и Хаббл. Ни тот, ни другой не симпатизировали не только сингулярности, но и расширению Вселенной. Драматизм этих капитуляций иллюстрируется тем, что первый назвал космологический член, этот вполне оправданный инструмент для феноменологического учета факторов отсутствующих, но должных присутствовать в космологических моделях, наибольшей ошибкой своей жизни (согласно воспоминаниям Гамова). А второй, будучи крупнейшим наблюдателем, до конца своей жизни не выработал окончательного мнения относительно «своего» закона, оставляя его на суд теоретиков, которые, как он писал Эддингтону, возможно, выяснят, что за «невыясненный фундаментальный закон» лежит в его основе. В этом (далеко не полном) ряде крупнейших физиков, не скрывающих неудовлетворенности в связи с новым (назовем это так) «физико-математическим языческим идолом», мы встречаем Льва Давыдовича Ландау. Согласно воспоминаниям Исаака Марковича Халатникова, Дау говорил о пока неидентифицированной избыточной симметрии, сидящей в уравнениях Эйнштейна, приводящих к инвариантным сингулярностям. Как говорит Исаак Маркович, если бы Ландау не разбился, они бы разобрались с этой проблемой. Тем временем, «идол» набирал весомость. Изложение результатов об отсутствии космологической сингулярности Халатникова, Лившица и Белинского во втором томе курса школы Ландау «Теория поля», едва ли не самой популярной настольной книге теоретиков, и ранее опубликованных в ЖЭТФе, исчезло в последующем издании.

Еретическая позиция автора этих строк о космологической сингулярности заключается в том, что

1. Одной из лемм в теоремах Пенроуза-Хокинга является предположение об отсутствии вращения (чуть точнее – завихренности). Это не физично. Никто такой чудовищной настройке материи во Вселенной не подвергал. А тот, кто только это мог (условно – Бог), вряд ли имел такое дьявольское намерение столкнуть все галактики в сжатии в одной точке перед расширением. Поэтому условия энергодоминантности эффективно нарушаются завихренностью, и неизбежности сингулярности нет. Расширению предшествовало сжатие. Вселенная кольшится и конвульсирует. «Большой взрыв» – локальный (Метагалактический) отскок с ядерными реакциями среди мириад других вокруг. Аналогия с атомной бомбой теснейшая, включая и «подрыв слойки», происходящий в предшествующем сжатии «космологического изделия» [14–16].
2. Решения с возвращением «завихренности на место» несингулярны. Они для однородных изотропных моделей оказываются вполне изоморфными, во-первых, даже задаче двух тел, и, во вторых, могут быть описаны для наглядности кавзиньютоновскими уравнениями, с точностью до переопределения давления и плотности энергии-массы в духе Милна и Мак-Кри для общерелятивистской модификации ньютоновских уравнений. Масштабный фактор ОТО аналогичен расстоянию между телами в задаче двух тел. Ненулевая завихренность аналогична ненулевому прицельному расстоянию (следовательно, и угловому моменту) в механической задаче двух тел. Отсутствие завихренности – падению двух тел друг на друга с нулевым прицельным расстоянием. Таким образом, сингулярные решения – вырожденное нефизичное подмножество с мерой равной нулю во множестве, состоящей из полного класса решений уравнений Эйнштейна.
3. Вселенная вечна и «в большом» может рассматриваться как неизменная, если ваша метафизическая и эстетическая установка этого требует. Бурность и высокоэнергетичность локальных процессов впечатляют. Доступность их познанию, и даже не только имитации, но и воспроизведению их на Земле, с одной стороны окрыляет, с другой – напоминает об ответственности Человека со знаниями при применении возникающих новых возможностей. Метагалактическая (не космологическая) модель Большого взрыва – весьма успешная модель нашей окрестности (пространственной и временной), помогающая понять многое, несмотря на неуместность экстраполяции ее назад по времени слишком далеко.

Ловлю себя на мысли, что эти «еретические», на первый взгляд, мысли Яков Борисович рекомендовал бы редактору данных воспоминаний о нем не выбрасывать. И даже если с этими выводами сначала не согласился бы, исходя из предпосылки, что Хоукинг не может ошибаться. . . Он мог бы сказать, например: обсудите это еще с Рашидом и Алешей, как он сказал, когда я заявил, что задачу о космологических возмущениях я аналитически решил в G-функциях Мейера применительно к космологической среде с произвольным числом компонент. Как тот результат многолетней данности и данный результат о несингулярной Вселенной уже обсудил и с Рашидом Алиевичем, и Алексеем Александровичем. . . Все как тогда. . .

Нужно отметить интересное наблюдение: приведенные выводы о несингулярной Вселенной иллюстрируют и подтверждают педагогические суждения Якова Борисовича о запоздалом знакомстве с высшей математикой молодежи, изучающей физику. Он говорил и писал, что основы математического анализа, вполне доступны для восприятия для значительно более раннего обучения, еще школьного. Что математический анализ вполне физическая наука. Методическая педагогическая рекомендация Якова Борисовича при изучении начала высшей математики будущим физикам, читателям [1] звучит так: «сперва поверь на слово, пойми о чем идет речь, где и как применяются производные, интегралы и все, о чем говорится в этой книге. После этого став старше, и образованнее, можешь вернуться к вопросу о строгости доказательств».

А в данном контексте рекомендацию Якова Борисовича уместно распространить и на геометрию. Существование иных геометрий, помимо Евклидовой, тоже можно было бы сообщить учащемуся гораздо раньше. Ровно из тех же соображений Якова Борисовича применительно началам математического анализа. Это требует пояснения. Поясняю.

Те, кто преподают физику, из года в год совершают, как я считаю, «педагогическое упущение». Мы чертим кривую, изображающую траекторию или мировую линию, строим касательную к ней в одной точке, изображающую вектор скорости, строим другой вектор, перпендикулярный скорости

и кривой в данной точке, изображающий ускорение. «Педагогическое упущение» заключается в том, что от молодежи остается скрытым тот содержательный факт, что мы рисуем при этом весьма нетривиальный рисунок схематического характера. При этом имеем дело с несколькими различными по своей природе пространствами: 1) обычным – трехмерным точечным, «физическим», конфигурационным, 2) двумерным пространством плоскости доски или бумаги, куда производится проекция, 3) векторным пространством скоростей, 4) векторным пространством ускорений. А то, что изображено как «отрезок со стрелочкой на одном конце» вовсе не вектор скорости, а заменяющее его вектор перемещения материальной частицы за единицу времени, если бы скорость частицы за единицу времени сохраняла бы свое значение, имевшееся в той точке, куда приложен «вектор скорости». Но в переменном движении это значение не сохраняется в протяжении единицы времени, а ежемоментно меняется. Так что молодежь вводят в заблуждение умалчивая, что вектор скорости не из этого пространства. Из года в год. Из поколения в поколение. А если вспомнить, что вектор скорости живет в совсем другом – в своем, в векторном – касательном пространстве, и, что каждую его компоненту нужно проектировать на конфигурационное пространство по отдельности, а сам вектор – с помощью тензора второго ранга, то критический взор обнаружит, что предположение о симметричности этого тензора – ничем не обоснованное предположение, вошедшее в число лемм теорем Пенроуза-Хокинга. Тем самым приходим к новому понятию – к понятию материальной частицы второго рода. Она характеризуется не массой, в отличие от традиционной материальной точки первого рода, а плотностью континуального распределения массы в данной геометрической точке. Упомянутая антисимметричная составляющая тензора – не что иное как завихренность, вполне законная и неотъемлемая кинематическая компонента движения материи во Вселенной. Она устраняет космологическую сингулярность.

Эти выводы, кстати, подтверждают нетривиальные педагогические (дидактические) наблюдения Якова Борисовича, на которые он обращал внимание своих слушателей, о наступлении более полного понимания простых теорий, когда нам удается продвинуться в понимании в более сложных теориях. Дело в том, что к приведенным выводам об отсутствии космологической сингулярности, справедливым даже в нерелятивистском (Ньютоновском) описании, автор пришел, пройдя окольным путем через территорию более сложных теорий, таких как теория Эйнштейна-Картана, устранение сингулярностей в рамках которой было известно и раньше (стр. 615 [6]).

Возвращаясь к личным воспоминаниям о Якове Борисовиче, хочу упомянуть эпизоды, помогающие понять шкалу ценностей, движущих им, касаясь чувствительных моментов, интересующих не столько физиков, сколько читателей из широкой аудитории. Поскольку наше, слушателей спецкурса, общение с Яковым Борисовичем происходило в первые годы управления М.С.Горбачева, многим казалось, что руководство страны скоро призовет таких людей как Яков Борисович и Андрей Дмитриевич Сахаров и других, подобных им, к более активному участию управлению страной в качестве консультантов, в целом будет больше прислушиваться к голосу ученых. Полагаю, так думали многие.

Мы пригласили Якова Борисовича на встречу со студентами. Яков Борисович пришел при параде, на его груди красовались три звезды Героя Социалистического Труда. Один из вопросов звучал в духе зарождающейся гласности, со студенческой наивной прямоотой. «Как Вы относитесь к политической деятельности Андрея Дмитриевича Сахарова?» Ответ был кратким, не вполне о том, о чем спросили, и, поэтому, мне, тогда «юноше 80-х, осмысливающему жизнь», сначала казался, не вполне удовлетворительным. Он сказал, «Андрей Дмитриевич со своим авторитетом может себе это позволить...». Ответ меня никак не устраивал – он не мог не понимать, что мы были бы рады услышать его собственные мысли о ситуации в нашей стране. Но публичные откровенные рассуждения на политические темы в планы Якова Борисовича никак не входили. Только ответ на другой, уже следующий наш вопрос на этой же встрече, как мне тогда показалось, сделал более-менее удовлетворительным и понятным ответ на вопрос об Андрее Дмитриевиче. Тот другой вопрос был такой: «Яков Борисович, а трудно было с одного раздела физики перейти на другой раздел, довольно далекий от предыдущего?». Я уже предвкушал, что вот тут-то последует интересный ответ, о котором, как я думал, я догадывался – о том, что среди законов природы есть изоморфизм, который можно объяснить, использовать при выводе новых законов, об универсальных математических закономерностях и т.д. Но встреча происходила с большим количеством студентов, многие из которых были гуманитариями. И конечно, Яков Борисович не стал симпатичную студентку, задавшую вопрос, и ее подружек из филологического факультета «грузить» тем, чего они не запомнят, а в характерном для него стиле с едва заметной улыбкой, но очень заметными искорками смешинки в глазах ответил просто: «Нет, не было трудно, потому что к

тому времени эти звезды меня интересовали гораздо больше этих звезд», показывая сначала на небо, а потом показывая на тройку звезд на груди. Конечно, сорвал аплодисменты зала. Эти ответы, включая и первый, как я осознал лишь позже, не просто удовлетворительны, а блестящи. Просто они диалектически сочетают в себе и констатацию глубокого уважительного отношения к Сахарову – и как физику, и как политическому деятелю – с одной стороны; и категорическую неприемлемость для себя малейшего риска потерять возможность воодушевленно – без отвлекающих факторов – заниматься тем, что у него получалось лучше всего, на одном уровне с плеядой гениальных ученых 20го века – заниматься физикой – это с другой стороны. Вот таким великим физиком, романтичным космологом, увлеченным педагогом и государственно мыслящим гражданином он мне запомнился.



Яков Борисович Зельдович

БИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА

(Составлена на основе автобиографии Я.Б. Зельдовича из его личного дела, хранящегося в Архиве РАН)

Родился 8 марта 1914 г. в Минске. Умер 2 декабря 1987 г. в Москве.

Отец – Зельдович Борис Наумович, юрист, член Коллегии адвокатов; мать – Зельдович (Кивелиович) Анна Петровна, переводчица, член Союза писателей.

С середины 1914 г. по август 1941 г. жил в Петрограде (затем Ленинград), до лета 1943 г. – в Казани, с 1943 г. – в Москве.

В 1924 г. поступил в десятилетнюю среднюю школу в 3-й класс, которую окончил в 1930 г. С осени 1930 г. по май 1931 г. учился на курсах и работал лаборантом Института механической обработки полезных ископаемых. В мае 1931 г. зачислен лаборантом в Институт химической физики АН СССР (ИХФ), с которым был связан до последних дней.

Начав работу в ИХФ без высшего образования, занимался самообразованием при помощи и под руководством теоретиков института. С 1932 по 1934 г. учился на заочном отделении физико-математического факультета Ленинградского университета, который не окончил; позже посещал лекции физико-механического факультета Политехнического института.

В 1934 г. был принят в аспирантуру ИХФ, в 1936 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1939 г. – диссертацию на степень доктора физико-математических наук.

С 1938 г. заведовал лабораторией в ИХФ. В конце августа 1941 г. вместе с институтом был эвакуирован в Казань. В 1943 г. вместе с лабораторией переведен в Москву. С 1946 по 1948 г. заведовал теоретическим отделом ИХФ. Одновременно, по 1948 г., – профессор Московского инженерно-физического института.

С февраля 1948 г. по октябрь 1965 г. занимался оборонной тематикой по атомной проблеме, в связи с чем удостоен Ленинской премии и трижды – звания Героя Социалистического Труда; занимал должности начальника отдела и заместителя руководителя предприятия.

С 1965 г. по январь 1983 г. заведовал отделом Института прикладной математики АН СССР. С 1965 г. – профессор физического факультета Московского государственного университета, заведующий отделом релятивистской астрофизики Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга.

С 1983 г. – заведующий отделом Института физических проблем АН СССР, консультант дирекции Института космических исследований АН СССР. С 1977 г. – руководитель Научного совета по горению АН СССР.

В 1946 г. избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1958 г. – академиком.

Основные направления научной работы:

- гетерогенный катализ и адсорбция (экспериментальные и теоретические работы – 1932–1936 гг.); вопросы адсорбции послужили также темой кандидатской диссертации;
- окисление азота при горении и взрывах – экспериментальные работы на лабораторных и укрупненных установках и теоретические работы – 1935–1940 гг.; окисление азота явилось темой докторской диссертации;
- теория горения, воспламенения и распространения пламени – 1937–1941 гг., затем после войны, 1945–1948 гг.;
- ударные и детонационные волны, газодинамика взрыва – с 1938 г.;
- теория деления урана – теоретические работы, опубликованные в 1939–1940 гг. совместно с Ю. Б. Харитоном; выяснение условий стационарного деления в энергетических установках и взрывного деления;
- внутренняя баллистика нового оружия и теория горения порохов – 1941–1948 гг.; теоретическая и экспериментальная работа по порохам, кроме ИХФ, проводилась на кафедре Московского механического института (1945–1948 гг.);
- участие в разработке и создании атомного, затем водородного оружия – 1943–1963 гг.;
- исследования в области ядерной физики и теории элементарных частиц: работы по μ -катализу, предсказание новых изотопов, в частности ^8He , новых типов распада частиц ($\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ \nu$), свойств векторного тока, пионерская работа по теории тяжелых мезонов – с 1952 г.;
- работы в области релятивистской астрофизики и космологии: исследования по теории образования «черных дыр» и нейтронных звезд при эволюции обычных звезд, выделение энергии и излучение рентгеновских лучей при падении вещества на черные дыры; разработка теории эволюции «горячей» Вселенной, свойств реликтового излучения, теории образования галактик и крупномасштабной структуры Вселенной, инфляционная теория ранней Вселенной – 1965–1987 гг.

В 1943 г. был удостоен Государственной премии за работы по горению и детонации. В 1949, 1951 и 1953 гг. был удостоен Государственных премий I степени за специальные работы. В 1957 г. был удостоен Ленинской премии за специальные работы.

В 1945 г. награжден орденом Трудового Красного Знамени, в 1949 г. присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина.

В 1953 и 1957 гг. награжден медалью Серп и Молот и удостоен звания трижды Героя Социалистического Труда.

В последующие годы награжден орденами Трудового Красного Знамени (1964), двумя орденами Ленина (1962, 1974), Октябрьской Революции (1984).

Избран иностранным членом Лондонского королевского общества, Германской академии естествоиспытателей «Леопольдина» (ГДР), Американской академии наук и искусств, Национальной академии наук США, Венгерской академии наук, почетным членом ряда физических обществ и университетов.

Награжден почетными медалями: Н. Мансона (1977) и им. Б. Льюиса (1984) за работы по газодинамике взрывов и ударным волнам; медалью им. И. В. Курчатова за открытия в ядерной физике (1977), Катарини Брюс за достижения в области астрономии (1983), медалью Международного центра теоретической физики им. П. Дирака (1985).

*Фото и биографическая справка любезно предоставлены
ученым советом ФИАН им. П.Н.Лебедева
(уч. секретарь Полухина Наталья Геннадьевна)*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. М., Наука, 1965, 576 с.
2. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. М.: Наука, 1967. 592 с.
3. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы математической физики. М.: Наука, 1973. 352 с.
4. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Релятивистская астрофизика. М.: Наука, 1967. 656 с.
5. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Теория тяготения и эволюция звезд. М.: Наука, 1971, 484 с.
6. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975. 735 с.
7. Зельдович Я.Б., Блинников С.И., Шакура Н.И. Физические основы строения и эволюции звезд. М.: Изд-во МГУ, 1981. 160 с.
8. Зельдович Я.Б., Хлопов М.Ю. Драма идей в познании природы. М., Наука, 1988 г., 240 с.
9. Зельдович Я.Б., Яглом И.М. Высшая математика для начинающих физиков и техников. М., Наука, 1982 г., 512 с.
10. Яков Борисович Зельдович (воспоминания, письма, документы) / Под. ред. С.С. Герштейна и Р.А. Сюняева. – Изд. 2-е, доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 416 с.– 400 экз. – ISBN 978-5-9221-1009-9.
11. Лорен Грэхэм. Школа Зельдовича-Новикова // Естественные, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе.
12. Зельдович Я.Б., Автобиографическое послесловие // Я.Б. Зельдович. Частицы, ядра, Вселенная. М., Наука, 1985, стр. 435–446.
13. Парадоксов П. Как квантовая механика помогает понять выводы классической механики // Успехи физических наук, 89, стр. 707–709 (1966).
14. Nurgaliev I.S. Vorticity Induces Cosmological Term of Eternal Universe and Removes Darkness // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия, Январь-март (1), 2013, стр. 58–64.
15. Nurgaliev I.S. Singularities Are Averted by Vortices // Gravitation and Cosmology, 2010, Vol. 16, No. 4, pp.313–315. No. 4, pp. 313–315.
16. Nurgaliev I.S. E Pur Se Muove! // Ярославский педагогический вестник, 2012, №4, том 3, стр. 7–12.

Поступила в редакцию 09.04.2014

Нургалиев Ильдус Саегалиевич. Ведущий научный сотрудник кафедры экологии РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева и кафедры ЮНЕСКО ВИЭСХ РАН. Кандидат физ.-мат. наук. Москва, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.
E-mail: ildus58@mail.ru

I. S. Nurgaliev

Physics is above all (Jakov Borisovich Zeldovich as a teacher – thoughts at 100th anniversary of his birth)

Keywords: Jakov Borisovich Zeldovich, cosmology, relativistic astrophysics, non-singular Universe.

PACS: 01.60.+q, 01.65.+g, 03.65.±w

Received 09.04.2014

Nurgaliev Ildus Saetgalievich, Department of Physics, Moscow State Timiryazev University, Timiryazevskaya Str., 49. Moscow, 127550, Russia
E-mail: ildus58@mail.ru