

Изв. вузов «ПНД», т.11, № 4-5, 2003

Синергетика: от прошлого к будущему

ВВЕДЕНИЕ В СИНЕРГЕТИКУ. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Д.И. Трубецков

© Д.И. Трубецков, 1997, 2003
© Предисловие: Ю.А. Данилов, 2003
© Предисловие, послесловие: Г.Г. Малинецкий, 2003
© Едиториал УРСС, 2003
М.: Едиториал УРСС, 2003. ISBN 5-354-00531-0

Современная наука о колебаниях и волнах представлена в книге своими эффектами и явлениями, встречающимися в медицине, химии, экологии, гидродинамике, электронике, экономике, социальных и других науках. Цель книги - показать, что такие понятия, как колебания и волны, неустойчивость и нелинейность, хаос и структуры позволяют понять единство современной картины мира. В книге также показано, как колебательно-волновые идеи проникают в разные науки.

Книга может быть полезна учащимся физико-математических классов, студентам первых курсов естественнонаучных специальностей университетов. В основу книги легли лекции автора, которые были прочитаны в Саратовском государственном университете гуманитариям. Поэтому книга может быть интересна и полезна широкому кругу читателей, интересующихся синергетикой.

Предисловие друга автора

Теория колебаний и волн отличается от других крупных физических теорий меньшей «привязанностью» к природе изучаемых систем - исследуемые ею закономерности применимы к физическим, химическим, биологическим, экономическим, политическим, социальным и другим системам. Именно эту ее особенность имел в виду академик Л. И. Мандельштам, когда заметил, что теория колебаний (и волн) говорит на «интернациональном» языке науки. Возможно, что универсальность («общеприменимость») теории колебаний и волн, а также эстетическая привлекательность используемых ею идей, образов и математического аппарата в какой-то мере объясняют, почему среди учебников и монографий по теории колебаний и волн так много шедевров физико-математической литературы. Назовем (в хронологическом порядке их издания на русском языке) лишь некоторые из них: двухтомная «Теория звука» Дж. Рэлея (М.-Л.: Гостехиздат, 1955), «Лекции по теории колебаний» Л.И. Мандельштама (М.: Наука, 1972), «Теория колебаний» А.А. Андропова, А.А. Витта и С.Э.Хайкина (М.: Наука, 1981), «Колебания и волны» Г.С. Горелика (М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1995), «Введение в теорию колебаний и волн» М.И. Рабиновича и Д.И. Трубецкова (М.: Наука, 1992).

Появление еще одной книги по теории колебаний и волн, и тем более отнесение ее к категории шедевров, требует некоторых пояснений.

Начать хотя бы с того, что она написана в труднейшем из жанров - жанре «учебного пособия». Книга Д.И. Трубецкого - учебное пособие, предназначенное для необычного читателя - для гуманитариев, нередко гордящихся или, по крайней мере, хвастающихся незнанием математики. Автор блестяще справился с трудностями изложения для неподготовленной аудитории, не опускаясь до профанации точного естествознания и не запутывая читателя деталями сложных математических выкладок, он наглядно и выпукло демонстрирует красоту физико-математического мышления, делится с читателем радостью по поводу успешного решения, казалось бы, неразрешимых проблем и озадачивающих своей неожиданностью парадоксов.

Многочисленные вставные новеллы из истории науки, придирчиво отобранные автором, оживляют текст и, неся в себе важную научную информацию, создают у читателя-неофита незабываемый эффект присутствия при рождении научной истины.

Стиль изложения, живой и непринужденный, создает у читателя иллюзию общения с автором, талантливым и опытным лектором. Создание «учебного пособия» или учебника даже средней руки, не говоря уже о выдающемся произведении учебной литературы, невозможно в тиши кабинета без живого контакта с реальной аудиторией. В основу этой книги положен курс лекций, прочитанных в Саратовском университете его ректором профессором Д.И. Трубецковым одним из первых в России, еще до того, как теория колебаний и волн, а в дальнейшем и синергетика, нашли приложения не только в естественных, но и в гуманитарных науках.

Книга Д.И. Трубецкого не принадлежит к жанру научно-художественной литературы, в котором блистательно работал Д.С. Данин, поэтому Д.И. Трубецков нигде не подменяет доказательность на основе экспериментальных фактов и математического расчета убедительностью художественного образа. Оставаясь на привычной «территории» теоретической физики и опираясь на свою широкую гуманитарную культуру, автор умело ведет читателя-гуманитария через тернии к звездам, не впадая в назидательность и унылую дидактичность и неизменно оставаясь интересным и дружественным собеседником.

Тщетно передать впечатления от литературного шедевра тому, кто его не читал, от музыкального произведения - тому, кто его не слышал, от полотна кисти талантливого художника - тому, кто его не видел. Поэтому, если позволительно, хочу дать добрый совет читателю: «Отложите прочтение предисловий до тех пор, пока Вы не прочтаете рецензируемую книгу и не составите о ней своего собственного представления, а затем лишь сравните Ваше впечатление с написанным выше. Надеюсь, Вы легко убедитесь в справедливости всего сказанного».

Счастливого чтения! Вас ждет немало радостных и приятных открытий.

Ю.А. Данилов

Предисловие скептика

Начну с мажора и романтических воспоминаний. Этот учебник - одна из лучших работ по синергетике на русском языке. Поэтому он и является одной из первых книг в нашей серии «Синергетика: от прошлого к будущему». Это курс лекций и, наверно, читая его отдельные главы, вы невольно будете слышать голос Дмитрия Ивановича Трубецкого. Книга очень точно соответствует его манере - с одной стороны, энергия и увлеченность. С другой - ясность и взвешенность. С одной стороны, широкий горизонт, с другой - конкретность, точность и внимание к деталям.

В Саратове, в научной школе Дмитрия Ивановича, уже много лет регулярно проводятся конференции по нелинейной динамике, семинары по теоретической истории и другим междисциплинарным проблемам, «Нелинейные дни для молодых». С большим удовольствием выступал и слушал доклады на этих форумах. Почему-то я всегда попадал на те заседания, которые проводились в спортивном зале одного из саратовских пансионатов. И меня всегда поражал контраст между оптимизмом и устремленностью в будущее, спартанской обстановкой и теми организационными и житейскими проблемами, которые приходится решать этим увлеченным наукой людям. Много любопытных коллизий происходит сейчас с учеными, с преподавателями, с профессорами, с учителями. Зазеркалье. Думаю, что и Антон Павлович Чехов и Ярослав Гашек - автор «Бравого солдата Швейка» - мечтать не могли о таких блестящих сюжетах, которые стали нормой в нашей реальности.

На конференциях весело. Много доброго юмора, шуток, розыгрышей. Такая атмосфера интеллектуального здоровья царит и в самой научной школе, и в журнале «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика» (ПНД). Этот стиль отражают и «Астральные Плоды раздумий действительного статского советника Козьмы Петровича Пруткова», завершающие каждую главу представленной книги. Рад, что у саратовских коллег настолько хорошо налажена связь с Астралом. Полагаю, что тут все дело в нелинейной динамике и использовании сигналов с хаотической несущей. Александр Сергеевич Дмитриев из Института радиоэлектроники регулярно рассказывает об огромных перспективах этого подхода. Но одно дело идеи, а другое - конкретный результат, который говорит сам за себя.

Иногда на конференциях в Саратове бывает нелегко отличить шутку, правду жизни и волю Провидения. Часто вспоминаю, с каким легкомыслием я отнесся к совету коллег непременно взять на конференцию в Саратов спальную шапочку. Климат у нас в России не холодный - в Антарктиде значительно прохладнее, но спальной шапочки мне очень не хватало.

Или, помнится, когда лифт вез американских участников конференции на круглый стол, посвященный, кажется, судьбам России (американцы в этой области - ведущие специалисты), наши гости толковали про то, что в России все более-менее нормально, никакого экстрима, просто надо кое-что поменять, чтобы было как в цивилизованном мире. Почему-то при этих словах лифт встал и свет погас. И простоял-то всего час с небольшим, но наши американские коллеги за это время сменили свое мнение на противоположное. Выходит, иногда и тьма способствует озарению и прозрению. Впрочем, есть и множество других преданий, легенд и историй, связанных с саратовскими «нелинейными» конференциями.

Пожалуй, мажора хватит. Теперь к минору и «критическому реализму».

Есть два различных подхода к организации науки и образования. Условно их можно назвать немецким и американским. Со своими сильными и слабыми сторонами. В основе классического немецкого подхода лежит научная школа. Союз единомышленников из разных поколений, объединенный вокруг яркого научного лидера и обычно сосредоточенный на решении глубокой фундаментальной проблемы. В образовании это целостность, системность, в большой степени стремление к универсальности. Вспомните написанный в начале XX века курс теоретической физики Арнольда Зоммерфельда.

Достоинства здесь очевидны. Штурм научных вершин - дело тяжелое, как правило, многолетнее, требующее усилий нескольких поколений исследователей. Вспомним, что квантовая механика, в сущности, была создана представителями нескольких европейских научных школ. Естественно, есть и минусы. Научная жизнь во многих школах с первых шагов до заката часто проходит в одних стенах.

Человеческие качества лидера оказываются здесь не менее важны, чем его научный потенциал. И, как в семье, общие успехи и неудачи.

По этому пути шла и российская, и советская наука. Вспомним научные школы Иоффе, Лузина, Ландау, Келдыша, других «звезд первой величины». Именно на такое положение дел была ориентирована Академия наук СССР.

Несмотря на все нехватки и недостатки и вопреки многим принимавшимся в административных высотах решениям, именно научные школы позволили выжить отечественной науке в последнее десятилетие.

Существенно иначе организована наука у американцев, а сейчас и во многих европейских странах. Грубо говоря, это «система с перемешиванием» и с сильно развитой конкуренцией. «Перемешивание» обеспечивается традициями, уставами, «правильными» жизненными стратегиями. Нормальным считается учиться в одном университете, кончать аспирантуру в другом, работать сначала в третьем, потом в четвертом и т.д. Наука, воспринимаемая как средство для заработка, предполагает регулярную рассылку своих резюме по всем городам и весям с целью получить место, где платят чуть-чуть больше или есть перспектива.

Поэтому, когда я столкнулся в качестве зрителя с процедурой отбора одного кандидата на штатную должность преподавателя из 150 претендентов из США, Германии, Англии в одном американском университете, у меня не было сомнений - выберут лучшего из лучших. Но... к моему удивлению, место получил один из самых слабых кандидатов. Другой мир. Свои обычаи, свои ритуалы, свои неформальные связи. Отбор действительно жесткий. Но, как правило, не по тем признакам, которые непосредственно связаны с наукой или образованием.

И, конечно, гранты, гранты, гранты... Это средство активизации научной жизни сплошь и рядом превращается в цель. И, конечно, это совсем не то, что у нас. Наши гранты - это способ свести концы с концами для тех немногих, кто может заниматься тремя, пятью и десятью проблемами одновременно. И главный вопрос и участников, и руководителей - сколько можно перекачать в зарплату.

По многим грантам, даваемым в США, деньги в зарплату вообще не предусматриваются. Зарплата и так вполне прилична. Поэтому вызывает изумление маниакальное стремление перенести элементы американской системы в науку нашего отечества. Экономiku, малый бизнес, образование, армию, медицину уже пробовали «отреформировать по-американски». Вроде бы не сильно получилось. Может быть хоть науку пожалеем?

В образовании американский стиль - это узкая специализация. Большие сроки обучения. Во многом стандартизированный, обезличенный подход. В среднем. Но есть и вершины. По-настоящему, очень серьезно учат ряду дисциплин американских аспирантов.

А отечественные научные школы... «Иных уж нет, а те далече...» Поэтому те, кто выстояли и шагнули вперед - саратовская школа именно такова - заслуживают глубокого уважения. И поддержки.

И дело не только в деньгах. Два простых примера. Саратовские коллеги, проявляя сверхчеловеческую энергию, уже много лет издают журнал «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика». Отличный журнал. Множество блестящих статей, и обзорных, и оригинальных. Очень полезен и исследователям, и студентам, и аспирантам, и преподавателям. Одним плох журнал - тиражом. Тираж этого отличного журнала - 200 экземпляров. При наличии 3000 вузов, тысяч исследовательских институтов и очень скромной цене. Видимо, если бы поддержка была бы серьезной, тираж был бы иным.

Второй пример - Соросовский образовательный журнал. Исключительно важная и полезная вещь. Ведущие профессора России рассказывали о современной науке школьным учителям. И журнал бесплатно рассылался по школам. Это

нужно было не Соросу, а прежде всего нашему отечеству. Но... Все уже в прошедшем времени. Министр обещал... Деньги не по той статье... Секвестр... «При первой возможности»... Не надо думать, что работа на развал это скучное, тягостное занятие. Нет! Здесь есть свои находки, удачи, маленькие шедевры. Вот один из них. В Академии и в высшей школе есть много блестящих ученых, читающих прекрасные лекции по математике и естественным наукам. Огромной армии российских студентов книги с этими лекциями нужны как воздух. В бюджете находятся деньги на то, чтобы лекции издать - Федеральная целевая программа «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1999-2000 годы». Казалось бы, неизбежное произойдет - студенты получат много отличных книг.

Но! И тут можно найти выход из положения. Помните задачу про волка, козу и капусту, где нужно, чтобы все остались голодными?

Лекции в красивых обложках действительно можно издать, но мизерным тиражом (500-1 000 экземпляров), случайным образом разослать в библиотеки, ни в коем случае не пуская в продажу.

И главная находка - следите за руками - потребовать, чтобы авторы в течение 5 лет не переиздавали свои произведения.

Блестяще! Авторы считают, что они свое дело сделали, подготовив рукописи. Издательства тоже хорошо поработали. Деньги потрачены, отчеты написаны. Только у студентов книг нет.

А через пять лет много воды утечет... Как у Ходжи Насреддина, который уверенно брался, по велению падишаха, обучить ишака говорить за 20 лет. «Или падишах умрет, или ишак, или я грешный». Но поколение студентов уж точно окажется без необходимых учебников.

Книга Дмитрия Ивановича, которую Вы держите в руках, была издана в 1997 году издательством Государственного учебно-научного центра «Колледж» под названием «Колебания и волны для гуманитариев» с чудесными цветными картинками. Тиражом 400 экземпляров. Очень много для издательства «Колледж», но совсем мало для высшей школы России. (Для справки - моя первая брошюра по синергетике в 1982 году разошлась тиражом 30 000 экземпляров.) Времена, конечно, не те. Но все же, все же, все же... Издавая, а затем, вероятно, и переиздавая эту книгу в нашей серии, мы надеемся исправить эту несообразность. Конечно, в меру наших скромных возможностей.

Теперь несколько слов о «гуманитариях». Школьников, поступивших к нам на Физтех или на физфак МГУ, обычно поражает, что к ним относятся как к равным, как к людям, которые имеют свое суждение, которых, вероятно, ждет большое будущее, и с которых спрашивать надо всерьез.

В обоих вузах в начале курса математического анализа на первых трех лекциях обычно рассказывают все главное в курсе. То, чем надо пользоваться, и что будет позже доказываться, уточняться, углубляться. При этом люди вначале пугаются кратных интегралов, дифференциальных уравнений, распределений вероятностей, а потом начинают пользоваться ими и привыкают к этим замечательным инструментам. В обоих вузах кафедра математики пользуется большой и заслуженной любовью.

Так вот, книга Дмитрия Ивановича из того же жанра. Но предвещает она не курс, а в идеале научную судьбу.

Что нужно для того, чтобы ее прочесть и освоить, чтобы сделать ее «своей»? Прежде всего желание и настойчивость. Почти все понятно старшекласснику. А уж если он из физ-мат школы... Хотя для нескольких глав очень полезно было бы свободное владение комплексными числами. В других надо

уметь интегрировать простейшие дифференциальные уравнения. А для чтения двух глав очень не помешал бы вводный курс математической физики...

Но! Школьники в Саратове, которые осваивают синергетику, не только все это знают, но и активно пользуются показанными в книге методами, ведут самостоятельные исследования и докладывают их результаты на «Нелинейных днях...»

Ну а гуманитарии... Наверное, Дмитрий Иванович знает такого гуманитария, которому по силам этот курс. Который имеет время, желание и потребность самостоятельно осваивать «язык» естественнонаучной культуры, как называл его Чарльз Сноу. Мне с гуманитариями повезло меньше.

Мне почему-то все больше попадались представители этой уважаемой профессии, к которым относится высказывание Нобелевского лауреата и блестящего популяризатора науки профессора Вайнберга: «Каждая формула уменьшает число читателей книги вдвое...»

Конечно, наш читатель не таков, но первоначальное название мы решили изменить.

Итак, в первом приближении, профессионалы-гуманитарии - филологи, психологи, менеджеры, и прочие, прочие - многое, на мой взгляд, из этой книги извлечь не смогут. Впрочем, это не относится к лекциям, которые читаются, а не пишутся. Как показывает мой скромный опыт выступлений перед экономистами и управленцами, выступления математиков, «синергетиков», физиков, наши коллеги-гуманитарии подчас воспринимают как своеобразные произведения искусства или уроки исполнительского мастерства. Еще в большей степени это относится к блестящим лекциям автора книги.

Но есть и второе приближение. Может быть, не стоит замыкаться на гуманитариях, а иметь в виду именно физиков, математиков, инженеров, которые со временем присоединятся к гуманитарному цеху либо продолжат славную традицию естественников размышлять и над философскими проблемами? Лейбниц, Декарт, Пуанкаре, Мах, Рассел, Гейзенберг - есть на кого равняться. Это тем более оправдано, когда речь идет о междисциплинарном подходе. Для будущих лириков «физического происхождения» эта книга крайне полезна. Она помогает выработать собственную точку зрения, приобщает к «естественнонаучной мудрости», которая может очень пригодиться на «гуманитарной планете».

Ну а в третьем приближении... В книге даются не только концепции, факты, методы, результаты, как в обычных учебниках. Во многих главах речь идет о поиске истины, о том, как талантливые люди достигали вершин, которые и сейчас поражают воображение. Наука изнутри - это прежде всего процесс, поиски, ошибки, заблуждения, находки. «Поэзия - та же добыча радия...» И этой эмоционально переживаемой истории становления нелинейной науки в книге уделено большое внимание. Немногие могут рассказать об этом с тем восхищением, пониманием, оптимизмом, с которыми это сделал Дмитрий Иванович.

Можно пойти и дальше. Открытие нового, осознание пределов и возможностей - таинство. «Среди нехоженых путей один путь - мой, среди невзятых рубежей - один за мной»... Это удивительное явление, в которое пылливо всматриваются психологи и математики, физики и «синергетики». И в книге вновь и вновь в различном контексте делается попытка реконструировать ход мыслей творцов, увидеть стимулы их интуиции, кухню их открытий, осмыслить «божественную гносеологию», как однажды выразился мой знакомый философ.

Но и этим приближением не хотелось бы кончать. Отношения между естественнонаучной и гуманитарной культурой стремительно меняются. Традиционный взгляд естественников - это сократовская мысль о том, что мы ничего не придумываем и не привносим в мир, а лишь открываем или вспоминаем то, что когда-то знали. Математика как раздел физики.

И, напротив, - лирика предельно субъективна, индивидуальна, мимолетна... Но многое, очень многое уже изменилось на наших глазах. Например, математику можно трактовать как «неестественную науку», как игру ума и проходить, как это делают во многих американских университетах, на факультетах изящных искусств. И эта трактовка имеет право на существование.

Но вот технология, инженерия, ремесло. Это и «физика» (мы творим, опираясь на законы Природы) и «лирика» (мы творим то, что считаем нужным, и так, как хотим, «Природа не храм, а мастерская»). Пограничная область. Волнующая и опасная. В ней мы создаем новые миры или их фрагменты и тем самым берем новый груз ответственности за нашу единственную и неповторимую реальность. Создание новых видов материи - далеких трансурановых элементов, реконструкции эволюции и истории, компьютерные игры с психикой и телом, создание трансгенных организмов и нанотехнологии. Человек больше молекулы во столько же раз, во сколько он меньше звезды. И на этом уровне сегодня, как человечество, мы решили поиграть с микромашинами, материалами, возможно, с новыми типами живого... Наша «междисциплинарность» и «синергетичность», мораль и мудрость очень далеко отстали от того, что уже можно сделать. И эта книга - попытка помочь тем, кто будет делать, творить, рисковать, менять ускользающую от осмысления и контроля реальность.

Однако, с другой стороны, гуманитарии упомянуты не напрасно. Синергетика - это обобщение, синтез, вершина. К вершине ведут разные пути. У Ильи Пригожина этот путь лежит от термодинамики, у Германа Хакена - от физики лазеров и адиабатического приближения. В школе Д.И. Трубецкого этот путь проходит через радиоэлектронику, СВЧ-системы. И это тоже захватывающе интересно. И гуманитарные аналогии, метафоры, образы, конечно, очень помогают осваивающим синергетику независимо от того, какую область деятельности они изберут в дальнейшем.

Обращу внимание еще на одно отличие книги, которую Вы держите в руках, от большинства западных, да и отечественных учебников. Выше уже упоминалось о феномене научных школ. Так вот это - учебник, отражающий мировидение такой успешной и активно развивающейся школы. Прочитайте и почти на каждой странице увидите цитаты, ссылки, упоминания предшественников. Наивно было бы полагать, что кто-то, увидев такую ссылку, пойдет в библиотеку и будет искать, уточнять, наводить справки среди пыльных стеллажей.

Тем не менее, этот стиль, ощущение своего места между тем, кто ушел, и теми, кто придет, очень важен. Более того, он позволяет брать лучшее в естествознании - идеи, примеры, образы, подходы - и бережно переносить их на почву синергетики. Возникает ощущение сада, где рядом, дополняя друг друга, соседствуют удивительные творения

И еще одно. (Может быть, это главная причина, по которой я не убеждал автора отказаться от обширных историко-философских отступлений и описания контекста синергетики.) Огромная доброжелательность, искреннее восхищение успехами коллег, радостное удивление от величия достижений человеческого разума и прихотливой воли судьбы, иногда играющей на стороне творцов науки. Такое отношение крайне важно для научной школы. Оно оправдывает все то, что более строгий редактор готов был бы сократить.

По сравнению с первым изданием, правки немного. Выброшен ряд цветных и черно-белых картинок (зато кое-что и добавлено). Кое-где уточнены формулы и даны пояснения, облегчающие восприятие текста начинающими (чуть было не написал «гуманитариями»). Мне, как редактору этой книги, ее чтение доставило искреннюю радость.

Если кто-то из читателей, закрыв последнюю страницу этой книги, сумеет

сказать как в известной песне: «Вот ты на вершине, ты счастлив и нем, и только немного завидуешь тем, другим, у которых вершина еще впереди», наша редколлегия будет считать свою задачу выполненной.

Председатель Редколлегии серии
«Синергетика: от прошлого к будущему»

Г.Г. Малинецкий

Оглавление

От редакции

Предисловие друга автора

Предисловие скептика

Предисловие автора

Введение

Глава 1. Анализ размерности, оценки, два маятника

§1. Основные положения теории размерности и подобия. §2. Знаменитые задачи П.Л. Капицы и его задача № 24 об определении периода колебаний математического маятника. §3. Задача о колебаниях маятника для астрофизики - проблема пульсации звезд. §4. Еще одна оценка периода колебаний математического маятника и другие задачи. Правило Уиллера.

Глава 2. Линейные колебания

§1. Галилео Галилей и понятие изохронности колебаний. Решение Гюйгенса задачи о колебаниях маятника. §2. Джон Уильям Рэлей (Стретт) и его «Теория звука». §3. Еще примеры маятников (осцилляторов): груз на пружине, акустический резонатор Гельмгольца, колебательный контур с затуханием, объемный резонатор для электронных приборов и микроволновой печи и... четыре задачи. §4. Периодическая химическая реакция - «химический маятник». §5. Линейные колебания в популяционной модели «хищник - жертва» - «экологический маятник». §6. «Экономический маятник» - линейные колебания в простой модели экономики. §7. Линейный осциллятор - основная модель линейной теории колебаний. Свойства линейных систем. Квантовый осциллятор. §8. Что такое динамическая система? Понятие фазового пространства. Фазовый портрет линейного осциллятора.

Глава 3. Резонанс

§1. Резонанс в гармоническом осцилляторе. Аналитическое решение, демонстрирующее неограниченный рост амплитуды в гармоническом осцилляторе при резонансном внешнем воздействии, - «месть идеализации». §2. Что дает введение затухания? Шагают солдаты по мостам и книжным страницам. §3. Линейный осциллятор под действием периодической силы. §4. Резонатор Гельмгольца и... домовый, колдун, глиняные или бронзовые сосуды в античном театре. Тяжелый колокол. «Поющий камень». Осциллятор атмосфера Земли и другие глобальные резонансы. §5. 100-долларовая идея братьев Вариан и Хансена - пример использования резонанса в микроволновой электронике... и просто интересная история.

Глава 4. Связанные колебания

§1. Свободные колебания двух связанных осцилляторов: две одинаковые массы, подвешенные на двух идентичных пружинах и соединенные третьей

пружиной. Нормальные координаты и нормальные частоты. Биения. Парциальные частоты. Связанность. §2. Возбуждение двух связанных осцилляторов внешней силой. Теорема взаимности и успокоители колебаний.

Глава 5. Голубое небо и Нобелевская премия по физике за 1930 год

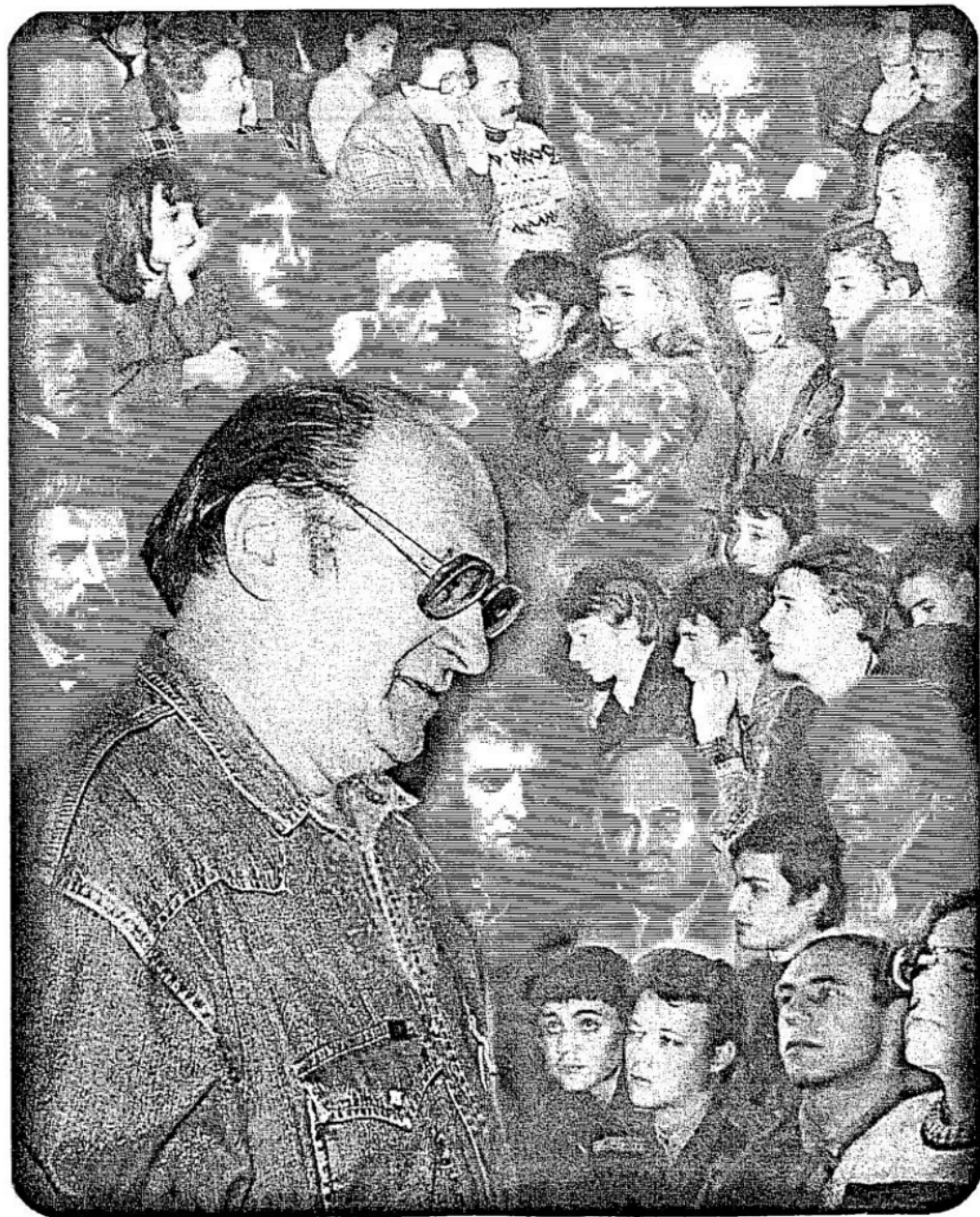
§1. Леонард Эйлер: «Я покажу Вашему высочеству, что причину синевы неба должно искать». §2. Формула Рэлея - опять анализ размерностей. §3. И вновь линейный осциллятор. §4. Л. И. Мандельштам, М. Смолуховский, А. Эйнштейн: «Объяснение Рэлея неправильно, но формула верна». §5. Л. И. Мандельштам: «Оказалось, что существует тесная связь между теорией теплоемкости и теорией рассеяния света». §6. Раман в гостях у Мандельштама: «Я счастлив, что нахожусь в лаборатории, где открыт раман-эффект».

Глава 6. Линейные волны

§1. Струна, нагруженная одинаковыми телами, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга. Волновое уравнение. §2. Что же такое волна? Несколько определений. Об истории коронации одной русской царицы. Еще определения. Что можно сказать о свойствах волны? Волны на воде - опять анализ размерностей. §3. Фазовая скорость. М.А. Миллер: «Все движения суть волны, но некоторые движения «волновее» других». Природа дисперсии. Групповая скорость. §4. Пространственный резонанс. Два примера - два открытия архитектора в микроволновой электронике. Рудольф Компфнер: «...так и быть, - пусть поле движется вместе с электронами» (пример первый). §5. Карсинотрон - «чужие следы на песке» (пример второй).

Продолжение следует. Послесловие редактора

Литература



Юлий Александрович Данилов родился в Москве в 1936 году. Окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 1963 году. После окончания университета был принят на работу в Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова (в настоящее время Российский научный центр «Курчатовский институт»), где проработал до последнего дня. Ю.А. Данилов создал и прочитал ряд оригинальных курсов по современным методам математической физики, статистической обработке экспериментальных данных и истории естествознания. Сфера его научных интересов простиралась от симметрии в физике и нелинейной динамики до философии и истории науки. Для Ю.А. Данилова практически не существовало лингвистических барьеров – он владел почти всеми европейскими языками, а также латинским и древнегреческим. Им опубликовано и переведено более 200 научных и научно-популярных статей, в его переводе вышло более 100 книг. Много лет участвовал в переводе и издании трудов А.Эйнштейна, Г.Кирхгофа, А.Пуанкаре, В.Паули, В.Гейзенберга, У.Р.Гамильтона, Д.Гильберта, вышедших в свет в серии «Классики науки». Он был постоянным автором журналов «Знание-сила», «Природа», «Химия и жизнь», «Квант», «Семья и школа», членом редколлегии журнала «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», неизменным лектором на ежегодных школах «Нелинейные дни в Саратове для молодых», создал серию научно-популярной литературы в издательстве «Мир». Скончался Юлий Александрович 24 октября 2003 года.