

Квантовые эффекты взаимодействия вращающихся объектов

Содержание

1. Физики «сжигают мосты»
2. Курс на примитивизацию методологии
3. Является ли лагранжева механика ньютоновой?
4. Кеплерова задача на комплексной плоскости
5. «Сочинение математиков на вольную тему»
6. Ландау показывает несостоятельность лагранжиана
7. Непрофессионализм математика Садовниченко
8. Задача о вращающемся волчке в кватернионах
9. Вращение – источник квантовых эффектов
10. Заключение
11. Литература

Аннотация:

Постулируемые квантовой механикой закономерности движения объектов микромира поддаются адекватному качественному и количественному описанию на основе методологии открытых систем и математического аппарата алгебр с делением.

1. Физики «сжигают мосты»

«Это нормально — не понимать квантовую механику, потому что никто её не понимает». Ричард Фейнман.

«Квантовую механику невозможно понять, к ней просто нужно привыкнуть». Джон фон Нейман.

Ушли в прошлое времена, когда физики-теоретики были профессиональными математиками, а математики видели свою главную задачу в решении задач, диктуемых физической практикой. На рубеже XIX-XX веков эти две группы учёных окончательно «размежевались» в своих научных поисках, негласно уговорившись не вмешиваться в теоретические концепции и методологические установки друг друга.

Одним из поводов для такого развития событий послужила произошедшая в конце XIX века острая полемика между физиками-теоретиками относительно

математического аппарата, наиболее подходящего для решения актуальных физических задач. Профессиональные математики участия в этой дискуссии не принимали (видимо, не посчитав её для себя достаточно важной), а затем не стали возражать и против решения коллег-физиков отказаться от наметившегося обобщения классического математического анализа на многомерные случаи путём, подсказываемым теоремами Фробениуса (1878) и Гурвица (1898) – об исключительности четырёх алгебр с делением (в порядке повышения их размерности и качественного уровня: от действительных чисел – к комплексным числам и далее – к кватернионам и октавам).

Напомним суть указанных теорем (И.А.Кантор, А.С.Солодовников. «Гиперкомплексные числа». – М.: «Наука», 1973, глава 7 «Исключительность четырёх алгебр», сс. 90-134).

Любая нормированная алгебра (в которой норма произведения равняется произведению норм): 1) есть алгебра с единицей, в которой каждый принадлежащий алгебре элемент представляется в виде суммы двух слагаемых, из которых одно пропорционально, а другое ортогонально единице; 2) есть алгебра с делением, предполагающая наличие как прямых, так и обратных ортогональных преобразований, сохраняющих норму любого элемента алгебры.

Этот факт представляет в особом свете две известные теоремы.

1. Теорема Фробениуса. Любая ассоциативная алгебра с делением изоморфна одной из трёх алгебр: алгебре действительных чисел, алгебре комплексных чисел или алгебре кватернионов. Позднее был установлен более общий результат, получивший название обобщённой теоремы Фробениуса.

Обобщённая теорема Фробениуса. Любая альтернативная алгебра с делением изоморфна одной из четырёх алгебр: действительных чисел, комплексных чисел, кватернионов или октав.

2. Теорема Гурвица. Любая нормированная алгебра с единицей изоморфна одной из четырёх алгебр: действительных чисел, комплексных чисел, кватернионов или октав.

Из этих теорем следует, что развитие математического аппарата по пути, отклоняющемуся от указанных ориентиров, ведёт к утрате важных свойств, присущих алгебрам с делением, а именно так и поступила теоретическая физика на рубеже XIX-XX веков, затем «сполна хлебнув горя» за этот опрометчивый и не до конца продуманный шаг.

Отказ физиков-теоретиков развивать свой математический инструментарий путём, указанным теоремами Фробениуса и Гурвица, конечно, снизил к нему интерес и математиков, тем не менее, научные поиски в этом направлении продолжались и в XX веке (см., например: Ю.В.Линник. ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРЕМЫ FROBENIUS'A И УСТАНОВЛЕНИЕ СВЯЗИ ЕЁ С ТЕОРЕМОЙ HURWITZ'A О КОМПОЗИЦИИ КВАДРАТИЧНЫХ ФОРМ.. Изв. АН СССР. Сер. матем., 1938, том 2, выпуск 1, сс. 41–52. Отделение математических и естественных наук. Представлено академиком И.М.Виноградовым. Ленинградский гос. университет. Поступило 19.XI.1937).

Из физиков-теоретиков в конце XIX века за развитие и применение алгебр с векторным делением выступали, в основном, последователи создателя

кватернионного исчисления У.Гамильтона, а наиболее активно – шотландский физик и математик П.Тэт, тесно сотрудничавший с одним из основателей термодинамики и кинетической теории газов, выдающимся английским учёным У.Томсоном (лордом Кельвиным). Наглядный пример их сотрудничества – многократно переиздававшаяся книга:

Томсон У. (лорд Кельвин), Тэт П.Г. Трактат по натуральной философии (в двух частях). Ч.1-2, 2010, 572 с. Из аннотации: «книга представляет собой фундаментальный труд, в котором знаменитый английский физик и математик Уильям Томсон (лорд Кельвин) совместно с шотландским учёным Питером Тейтом собрал и упорядочил все достижения физики и механики ко второй половине XIX века. Опубликованный впервые в Великобритании в 1867 году, данный трактат оказал существенное влияние на развитие естественных наук, большинство результатов вошли в учебники и монографии и стали само собой разумеющейся частью научного багажа современного учёного. Издание сохраняет большую ценность как в историческом, так и в научном отношении, поскольку является своего рода "отправной точкой" для осмысления и продвижения многих исследований».

Тем не менее, в возникшем научном споре большинство физиков поддержало противную сторону, которую представляли разработчики векторной алгебры на тензорной основе (Г.Грассман, Д.Гиббс, О.Хевисайд).

Чтобы стала яснее суть спора между физиками-теоретиками, процитируем диссертационное исследование, посвящённое истории развития науки и техники по теме "Кватернионы и векторный анализ в XIX веке" (научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat

<http://www.dissercat.com/content/kvaterniony-i-vektornyj-analiz-v-xix-veke#ixzz2WIKzvhcZ>, 1984 г.):

«Поскольку теория кватернионов содержала векторы и правила оперирования с ними, постольку она включала большую часть современного векторного исчисления, а именно: в теории кватернионов были введены многие основные понятия векторного анализа, развиты векторные методы, получены важные результаты, в значительной части создан язык векторного исчисления. Деление величин на векторные и скалярные (вместе с самими этими названиями), алгебра векторов, приложения к геометрии прямой в плоскости и в пространстве перенесены в современное векторное исчисление с изменениями, относящимися главным образом к форме и методам изложения. Теория векторной функции скалярного аргумента (вместе с её терминологией), эскизно изложенная Гамильтоном впервые в 1846 г., была детально изложена и проиллюстрирована примерами в 60-х годах XIX в. П.Г.Тэтом. В результате этот раздел теории приобрёл вид, сохранившийся до нашего времени...

Вторым источником создания современного векторного анализа был труд Г.Грассмана (Grassmann H. Die Ausdehnungslehre vollstandig und in strenger Form bearbeitet. Berlin, 1862. 588 s.). В нём исчисление векторов было частным случаем построенного Грассманом геометрического исчисления над точками, над параллелограммами, тетраэдрами и т.д....Знаменательно, что Пеано, излагая учение Грассмана в 1888 г., уже не захотел обойтись без языка векторов: его

язык – это скорее язык векторного анализа (частично Гиббса, частично Хевисайда), чем теории кватернионов...

Побудительным толчком для введения векторных методов в физику, а затем для отделения векторного анализа от теории кватернионов послужили работы Максвелла, особенно «Трактат об электричестве и магнетизме» (Maxwell J.C. A Treatise on Electricity and Magnetism. London, 1873. v.I 506 p., v.2 500 p.). Он показал, что векторное исчисление может быть математическим аппаратом теории электричества и магнетизма. Но в середине прошлого века исчисление векторов существовало только как часть теории кватернионов. Из этой теории Максвелл целесообразно и экономно отобрал необходимое и создал удобный и эвристически продуктивный инструмент для описания физического поля. Он выделил ту часть теории кватернионов, которая должна быть включена в векторный анализ, и наметил направление, в котором желательно развитие его методов. Это было сделано настолько ясно, что Гиббс и Хевисайд, начавшие создавать свои векторные системы после изучения Treatise, развили исчисления, отличающиеся лишь в деталях. Гиббс развил метод диад и дал совершенно новое изложение теории линейных операторов, тем самым он изменил язык, технические приёмы доказательств и "дух исчисления", существенно приблизив его к современному. Хевисайд же приспособил векторный анализ для решения проблем электричества и магнетизма и для изложения этой теории, открыв ему широкую дорогу и в другие фундаментальные области физики.

В 1890-94 гг. на страницах журнала "Nature" (главным образом) развернулась жестокая дискуссия... В ней Гиббс и Хевисайд проявили полное единодушие. Гиббс опубликовал четыре обстоятельные статьи, где он анализировал методы теории кватернионов и векторного анализа, сравнивал теорию кватернионов и учение Грассмана. Участие Хевисайда выразилось не только в двух статьях, опубликованных в этом журнале, его научные публикации также изобилуют выпадами против сторонников теории кватернионов.

Позиции последних заключались (в основных чертах) в следующем: они были против каких-либо изменений в теории кватернионов, разрывающих связи теории с алгеброй и с теорией комплексных чисел. Основные протесты их были вызваны "догматическими и произвольными", по их мнению, определениями различных видов произведений векторов...

Полемика сыграла важную роль в распространении векторного исчисления, она обнаружила единомыслие многих учёных, развивших независимо более или менее равноценные векторные системы, обнародовала эти системы и познакомила с ними математиков и физиков. Без векторных методов физика не могла успешно развиваться, решался вопрос о форме, в которой векторное исчисление должно быть применено в физике: "векторы с кватернионами" или "векторы без кватернионов"...

Несмотря на то, что всё это происходило сравнительно недавно, возникновение исчисления и его борьба за место в науке быстро стали забытым эпизодом истории науки. До самого недавнего времени по истории векторного исчисления не было опубликовано ничего, кроме весьма кратких и беглых замечаний в монографиях; часто в них можно найти только отдельные

строки, как у Н.Бурбаки (Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.:ИЛ, 1963.-290 с.), Г.Вилейтнера (Вилейтнер Г. История математики от Декарта до середины XIX столетия, М.: Наука, 1966. - 507с.) или немногим больше – у Ф.Клейна (Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. М.-Л.: ОНТИ, 1937. - 430 с.), у А.П.Юшкевича (Юшкевич А.П. История математики в России до 1917 г. М.: Наука, 1968. - 591 с.). До сих пор, несмотря на всю её важность для математики и физики, история векторного анализа не получила достаточного освещения в историко-математической литературе...

В течение XX века время от времени предпринимались попытки сделать теорию кватернионов языком современной физики. Так, шведский учёный О.Фишер написал две книги (1951 и 1957 гг.), в которых он излагает большую часть физики в терминах кватернионов Гамильтона. Тот факт, что матрицы, которым эквивалентны единицы k, j , совпадают с матрицами Паули, играющими важную роль в физике, является источником новых и новых надежд приложить теорию кватернионов к физическим наукам. В статье, написанной к столетнему юбилею теории кватернионов, Дирак (Dirac P.A.M. Application of Quaternions to Lorentz Transformations. - Proc. of Roy. Irish Academy, 1945, 5Q, p.261-270.) делает попытку применить её в теории относительности. Дирак устанавливает связь между кватернионом и вектором в пространстве-времени таким образом, чтобы перенести в теорию относительности аппарат теории кватернионов. Оказалось, что уравнения Максвелла, записанные в кватернионной форме, являются аналогом условий Коши-Римана, то есть условиями кватернионной аналитичности. Исследование её роли в физике ещё не завершено окончательно. В последние годы возврат от векторов к кватернионам происходит в таких разделах физики, как квантовая электродинамика, теория элементарных частиц, теория твёрдого тела, теория калибровочных полей (которая является обобщением теории Максвелла)» (конец цитаты).

Из другого источника приведём краткую выдержку, в которой автор посвоему объясняет (и, как видно, оправдывает) отказ физиков-теоретиков от перспективного, с широкими возможностями для развития теоретической физики, математического аппарата – векторно-кватернионной алгебры – в пользу её редуцированного варианта – векторно-тензорной алгебры.

Стюарт Иэн "Истина и красота. Всемирная история симметрии", с.46
(<http://www.litmir.net/br/?b=164055&p=1>):

«Другие, однако, недолюбливали кватернионы – частью из-за их искусственности, но главным образом потому, что, по их мнению, нашли нечто получше. Наиболее значительными представителями лагеря несогласных были Герман Грассман из Пруссии и американец Джозайа Уиллард Гиббс, ныне общепризнанные создатели «векторной алгебры». Оба они изобрели полезные типы алгебр в любом числе измерений. В их работах не было ограничений типа четырёхмерности или же трёхмерности подмножества мнимых кватернионов. Алгебраические свойства этих векторных систем были не столь изящны, как у Гамильтоновых кватернионов. Например, нельзя было делить один вектор на другой. Но Грассман и Гиббс отдавали предпочтение общим работоспособным концепциям, даже если в них отсутствовали некоторые из обычных свойств

чисел. Пусть нельзя разделить один вектор на другой, ну и что?» (конец цитаты).

Негативные последствия принятого физиками-теоретиками решения не заставили себя долго ждать. Разразившийся вскоре кризис естествознания явился своеобразным возмездием за непродуманные действия учёных. Вплотную приступив к исследованию микромира, состоящего из бесчисленного множества «микроскопических вихрей» (Максвелл), естествоиспытатели столкнулись с эффектами взаимодействия физических объектов, не имеющими аналогов в макромире и не поддающимися адекватному описанию наличными математическими методами и средствами.

Если при исследовании объектов макромира основным методологическим приёмом было сведение открытой физической системы к замкнутой, подчиняющейся законам сохранения (энергии, импульса, момента импульса), то в микромире этот приём оказывался изначально несостоятельным. Ведь любой объект микромира в принципе не может быть замкнутой системой, ибо, без непрерывного пополнения извне энергией и импульсом, его вращательные и колебательные движения должны за конечное время прекратить своё существование, что в масштабах Вселенной означало бы её неминуемую «тепловую смерть».

Проблема состояла (и состоит!) в том, что математический аппарат векторно-тензорной алгебры не приспособлен для адекватного описания вращательных и колебательных движений, отчего исследователи оказываются методологически безоружными, не способными ни качественно глубоко раскрыть, ни количественно точно описать и учесть специфику явлений микромира.

Однако, вместо поиска более подходящих методов и средств исследования, учёные пошли «по линии наименьшего сопротивления», договорившись принимать результаты частных наблюдений в качестве объективно закономерных, даже если в них отсутствует не только физический, но и просто здравый смысл. Так в научный обиход вошло специфическое, «не требующее иных объяснений», обоснование природы непонятных и странных явлений: «это – чисто квантовый эффект».

К примеру, учёным кажется, что микрочастица (фотон, электрон) может одновременно существовать в разных точках физического пространства и, в частности, одновременно проникать через разнесённые друг от друга щели. С другой стороны, микрочастицам, находящимся в непосредственной близости друг от друга, скажем, в составе атома или молекулы, «запрещено» (почему, неизвестно) принимать одинаковые значения некоторых собственных динамических характеристик. Или (что представляется наиболее загадочным и не объяснимым) в условиях постоянно и повсеместно происходящих столкновений, соударений микрообъектов, казалось бы, способных приводить только к их взаимному отталкиванию, возникает прямо противоположный эффект – взаимного притяжения, получивший даже название «всемирного тяготения».

Ниже мы покажем, что ничего загадочного в таких явлениях нет, а возникают они вследствие наложения вращений друг на друга и на другие виды движения.

Проблема лишь в том, чтобы для описания таких движений применить адекватную методологию исследования и соответствующий математический аппарат.

Справедливости ради надо сказать, что отсутствие рационального объяснения возникающих загадочных явлений не мешало учёным находить методы и средства для успешного оперирования с ними в расчётах и математических выкладках, особенно когда заказ на проведение научного исследования диктовала суровая практическая необходимость. В таких случаях «игры в науку» (типа «это – чисто квантовый эффект») оставались в стороне, и представители различных математических школ в честном соревновании показывали свои реальные возможности, преимущества и недостатки.

Так, векторно-тензорная алгебра, в качестве инструментальной основы лагранжева формализма, продемонстрировала свою действительную мощь при создании атомных и водородных бомб, моделируемых замкнутыми системами и процессами. Вместе с тем, для исследования более сложных динамических процессов с колебаниями и вращениями этот аппарат оказался непригодным, и здесь на помощь учёным пришла алгебра с векторным делением – теория функций комплексного переменного. Именно на её основе были успешно решены такие актуальные для XX века задачи, как «о подъёмной силе крыла» (Н.Е.Жуковский), «о флаттере крыльев и шимми колёс самолётов» (М.В.Келдыш) и другие задачи аэродинамики и гидродинамики. Но для решения ещё более сложных задач, диктуемых развитием техники, этот математический аппарат также оказался недостаточен по причине его принципиальной ограниченности двумя чётко контролируемыми измерениями пространства.

В 30-х годах прошлого века интенсивные экспериментальные исследования вихревых процессов выявили их трёхмерность, с явно проявляющейся зависимостью между измерениями при любом выборе системы координат. Казалось бы, в векторно-тензорной алгебре, не имеющей ограничений по количеству измерений, уже имеется оператор символического (ковариантного) дифференцирования с многообещающим названием *rotor* (вихрь). Однако для исследования трёхмерных вихревых структур он совершенно не пригоден, поскольку основан на постулате о независимости измерений пространства друг от друга и поэтому не отличает имеющие чёткую динамическую структуру вихревые движения от неупорядоченных хаотических движений, называемых «шумом».

В этих условиях логичным было бы перейти к использованию алгебры с делением более высокой размерности – кватернионов и/или октав. Однако ведущий советский математик А.Н.Колмогоров, будучи последовательным приверженцем московской математической школы, базирующейся на теории функций действительного переменного, выдвинул другую идею. Он предложил заведомо не делать различий между вихревыми и хаотическими процессами из-за неясности природы обоих, а исследовать любые сложные движения методами теории вероятностей. Как и следовало ожидать, реализация этой идеи существенно новых результатов не дала, а тайна вихреобразования, как на

макроуровне (тайфуны, смерчи, шаровые молнии), так и в мире микрочастиц, так и осталась не разгаданной.

И вот на дворе уже XXI век, а теоретическая физика, в решении своих наиболее важных и актуальных (фундаментальных) проблем, всё ещё выступает скорее как «гадательно-описательная», чем точная наука, каковой её продолжают называть по традиции. При этом физики-теоретики, как и предоставляющие им средства для количественного анализа математики, делают вид, что ничего ненормального в такой ситуации нет.

2. Курс на примитивизацию методологии

Покажем, как математики, поступаясь строгостью и корректностью своей науки, «обосновывают» постулаты, которые физики-теоретики приняли более ста лет тому назад и которым продолжают сохранять верность, несмотря на утрату ими актуальности и практического смысла. Прочитируем книгу профессионального математика научной школы А.Н.Колмогорова (его ученика), основу которой, как указано в предисловии к книге, составил «полугодовой обязательный курс классической механики, читавшийся автором студентам-математикам 3-го и 4-го года обучения на механико-математическом факультете МГУ в 1966-1968 гг.»:

В.И.Арнольд. Математические методы классической механики. — 3-е изд. М.: Наука, 1989. — 472 с. (1-е изд. — 1974 г., 5-е изд. — 2003г.).

Приведём ключевые положения из вводной, методологически важной, части книги (сс.11-26), после чего проведём их разбор.

«Ньютонова механика изучает движение системы материальных точек в трёхмерном евклидовом пространстве... В основе классической механики лежит ряд экспериментальных фактов. Перечислим некоторые из них... Наше пространство трёхмерно и евклидово... Принцип относительности Галилея. Существуют системы координат (называемые инерциальными), обладающие следующими двумя свойствами:

- 1) Все законы природы во все моменты времени одинаковы во всех инерциальных системах координат.
- 2) Все системы координат, движущиеся относительно инерциальной равномерно и прямолинейно, инерциальны...

Начальное положение механической системы (совокупность положений и скоростей точек системы в какой-нибудь момент времени) однозначно определяет её движение... Можно представить себе мир, в котором для определения будущего системы нужно в начальный момент знать также и ускорение. Опыт показывает, что наш мир не таков...

Обозначения. R означает множество всех вещественных чисел. Через R^n обозначается n -мерное вещественное линейное пространство. Аффинное n -мерное пространство A^n отличается от R^n тем, что в нём не фиксировано начало координат... Евклидова структура в линейном пространстве R^n — это положительно определённая билинейная симметричная форма, называемая скалярным произведением. Скалярное произведение позволяет определить расстояние

$$\rho(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{(x - y), (x - y)}$$

между точками соответствующего аффинного пространства A^n . Аффинное пространство с введённым таким образом расстоянием называется евклидовым пространством и обозначается E^n ...

Движением в R^n называется дифференцируемое отображение $x: I \rightarrow R^n$ интервала I вещественной оси в R^n .

Вектором скорости в точке $t_0 \in I$ называется производная

$$x'(t_0) = dx/dt|_{t=t_0} = \lim_{h \rightarrow 0} [x(t_0 + h) - x(t_0)]/h \in R^n.$$

Вектором ускорения в точке $t_0 \in I$ называется вторая производная

$$x''(t_0) = d^2x/dt^2|_{t=t_0} \dots$$

Начальное положение и скорость определяют ускорение. Иными словами, существует функция $F: R^n \times R^n \times R \rightarrow R^n$ такая, что

$$x'' = F(x, x', t). \quad (1)$$

Уравнение (1) положено Ньютоном в основу механики. Оно называется уравнением Ньютона...

Ограничения, налагаемые принципом относительности... Правая часть уравнения (1) в инерциальных системах координат не может зависеть от времени

$$x'' = \Phi(x, x') \dots$$

Под системой с двумя степенями свободы мы будем понимать систему, описываемую дифференциальным уравнением

$$x'' = f(x), \quad x \in E^2,$$

где f – векторное поле на плоскости.

В декартовых координатах на плоскости E^2

$$x_1'' = -\partial U / \partial x_1, \quad x_2'' = -\partial U / \partial x_2, \dots$$

Система называется потенциальной, если существует функция $U: E^2 \rightarrow R$ такая, что $f = -\partial U / \partial x$. Уравнение движения потенциальной системы имеет, таким образом, вид

$$x'' = -\partial U / \partial x \dots$$

Анализ общей потенциальной системы с двумя степенями свободы выходит за рамки возможностей современной науки» (конец цитаты).

С последним утверждением созвучно положение, высказанное автором во второй части книги («Лагранжева механика», глава 6 «Твёрдое тело», §30 «Волчок Лагранжа», с.131):

«Рассмотрим твёрдое тело, закреплённое в точке O и подверженное действию силы веса mg . Задача о движении такого “тяжёлого твёрдого тела” в общем случае до сих пор не решена и в некотором смысле неразрешима».

Эти два утверждения автора книги подтверждают факт неблагополучия в точных науках, причину которого надо искать в применяемой методологии (замкнутых систем) и в несовершенстве обслуживающего эту методологию математического аппарата (векторно-тензорной алгебры). Посмотрим с этой точки зрения на методологические установки автора.

Прежде всего, почему физическое пространство должно быть непременно евклидовым? Разве пространство, кроме предоставления исследователю

возможности измерять в нём расстояния между точками, никакими иными свойствами, необходимыми для анализа происходящих в нём динамических процессов, не должно обладать? А если эти, необходимые для анализа, свойства войдут в противоречие с евклидовостью пространства (что реально и происходит), то почему бы, имея это в виду, заранее не принять более развитую математическую модель пространства, снимающую это противоречие?

Далее, откуда берётся это нелепое требование «одинаковости законов природы во все моменты времени во всех инерциальных системах координат»? Ведь отличие скоростей движения у разных инерциальных систем координат уже делает одни и те же «законы природы» в них не совсем одинаковыми. А, кроме того, разве мы должны ограничиться рассмотрением только равномерных прямолинейных движений, на которые инерциальные системы координат изначально рассчитаны и для которых, строго говоря, только и имеют смысл?

Автор договаривается даже до того, что «в нашем мире» ускорение якобы не является независимой от координаты и скорости характеристикой движения. В математике он бы не посмел оборвать разложение функции в ряд Тейлора на втором члене без строгого обоснования, для каждого конкретного случая, допустимости такой процедуры. А вот в теоретической механике (судя по отношению к ней автора, «математике для чайников») такая глупость легко «сходит с языка и с рук».

Трактовка автором основного содержания ньютоновой механики требует отдельного, более обстоятельного разговора.

3. Является ли лагранжева механика ньютоновой?

Прежде всего, упрекнуём автора книги (и курса лекций для студентов) в создании у читателей (студентов) искажённого представления о механике Ньютона. В трёх законах ньютоновой механики устанавливается зависимость положения тела (координаты x), скорости x' (производной от координаты по времени) и ускорения x'' (второй производной от координаты по времени) то действующих на тело сил (которые, в общем случае, могут зависеть или не зависеть от координаты, скорости и ускорения тела). Конкретный вид такой зависимости фиксируется в дифференциальном уравнении движения, которое принимает вид динамического баланса (равновесия) величин, имеющих физический смысл действующих на тело внешних и внутренних сил. И именно это основное положение ньютоновой механики расходится с представленной в книге формулой (1).

По установившейся в математике (и физике) традиции неизвестные величины x , x' , x'' (или функции от них) помещаются в одной (обычно левой) части дифференциального уравнения, а известные величины (функции) – в другой (правой). В таком виде эти уравнения и решаются, к примеру, с использованием методов характеристических уравнений или операционного исчисления (функционального преобразования Лапласа).

В частном случае возможно присутствие в левой части дифференциального уравнения одиноко стоящего ускорения (или второй производной от координаты по времени), но это происходит только тогда, когда среди

действующих на тело сил нет зависящих от координаты и скорости (случай второго закона механики Ньютона).

Области применения («компетенции») каждого из трёх законов ньютоновой механики чётко определены и строго разграничены.

Первый закон устанавливает, что в отсутствие действующих на тело сил его скорость остаётся постоянной по абсолютной величине и направлению.

Второй закон утверждает, что в отсутствие сил, зависящих от координаты и скорости, приобретаемое телом ускорение пропорционально действующей на него внешней силе. Коэффициент пропорциональности при такой зависимости равняется массе тела. Таким образом, масса тела служит мерой его инертности, сопротивляемости внешнему силовому воздействию, приводящему к изменению его состояния покоя или равномерного прямолинейного движения.

Из второго закона механики также следует (Даламбер), что взятое с обратным знаком произведение массы тела на его ускорение равняется силе инерции, т.е. силе, с которой тело противодействует внешней силе, приводящей его в ускоренное движение.

Второй закон, записываемый в виде баланса сил (в виде равенства нулю суммы внешней силы и силы инерции), оказывается частным случаем третьего закона, утверждающего равенство по абсолютной величине и противоположную направленность любой пары сил, имеющих физический смысл действия и вызванного им противодействия.

В общем виде третий закон устанавливает баланс (равенство нулю суммы) всех действующих на тело внешних и внутренних сил, включая силы инерции.

Крайне важно то, что любая из «силовых величин», входящих в дифференциальное уравнение движения, доступна экспериментальному измерению, т.е. эти физические величины не придумываются исследователем, «не угадываются» на основе общих соображений, которым априори предписано исполнять роль универсальных физических законов, а берутся непосредственно из физической практики. В этом отношении, функция $F(x, x', t)$, фигурирующая у автора в «уравнении Ньютона» (1), такой экспериментально определяемой величиной не является. Откуда и как она появляется?

Автор об этом прямо не говорит. Он использует излюбленный приём математиков, с самого начала произвольно ставящих некое условие для своего последующего анализа и затем строящих на этом условии свои выкладки уже без оглядки на то, как они соотносятся с реальной действительностью. Из контекста же ясно, что автор «по умолчанию» базируется на лагранжево-гамильтоновом формализме с его математическим аппаратом – векторно-тензорной алгеброй, из чего, в свою очередь, следует, что ключевое понятие ньютоновой механики «сила» для него не является исходным, а, значит, и фигурирующая в «уравнении Ньютона» (1) функция $F(x, x', t)$ представляет собой «вторичный продукт». Что же полагается первичным?

Если дифференциальное уравнение движения в виде баланса сил проинтегрировать по пути движения динамической системы, то получим её энергетический баланс. Правда, не имея решения задачи, компоненты этого баланса можно определить лишь с точностью до постоянной интегрирования

или «с точностью до прибавления полной производной от любой функции координат и времени» («Механика» Ландау-Лифшица, с.14). Именно такие, вторичные для ньютоновой механики, величины с размерностью энергии (конкретно – функции Лагранжа и Гамильтона или операторы: лагранжиан и гамильтониан), автор, будучи приверженцем лагранжево-гамильтонова формализма, полагает первичными, а уже из них, частным дифференцированием (по проекциям на вещественные оси координат) векторов, определяющих местоположение и скорость динамической системы, вычисляет «силы» в качестве вторичных величин.

Но можно ли заранее «вычислить» динамические характеристики более-менее сложного движения без составления и решения дифференциального уравнения? Конечно, нет. Эти величины можно только «угадать» по аналогии с простейшими видами движений (замкнутых или приводимых к замкнутым динамическим систем). Так физики-теоретики и поступают: полагая координату и скорость системы линейно независимыми (что для открытых систем, в общем случае, не соблюдается!), они частным дифференцированием функции Лагранжа по этим величинам, «вычисляют» силу и импульс (последний, после дифференцирования по времени, также приобретает размерность силы).

Именно таким способом автор рассчитывает получить и функцию $F(x, x', t)$, в которой неизвестные величины координата x и скорость x' (как и их проекции на оси координат в многомерном случае) заведомо полагаются линейно независимыми (а иначе применение аппарата частного дифференцирования просто теряет свой смысл). Но это, в случае открытых систем, становится источником (причиной) грубых ошибок, о которых речь пойдёт ниже.

Законы механики Ньютона строго соответствуют требованиям классического математического анализа до тех пор, пока ось координат совпадает с направлением движения тела и все динамические характеристики принимают значения на одной и той же вещественной числовой оси. Но, как только анализ движения выходит на вещественную плоскость или в трёхмерное евклидово пространство (с вещественными осями координат), вектор положения тела разлагается на проекции по осям координат (заметим, что это – нелинейная операция!), после чего «математическая классика» вынужденно уступает место лагранжево-гамильтонову «математическому суррогату».

Поскольку проекции вектора дифференцируются как независимые друг от друга величины, а полученные результаты складываются по правилу параллелограмма или параллелепипеда (и это – ещё одна нелинейная операция!), то реально существующие зависимости между проекциями векторов существенно огрубляются или полностью игнорируются. Иначе говоря, одномерная ньютонова механика, примитивно удвоенная на вещественной плоскости или утроенная в вещественном трёхмерном пространстве, без учёта реально существующих связей между компонентами динамических характеристик и с искусственным разделением их по вещественным осям координат, не может рассматриваться как её адекватное многомерное обобщение.

Даже если дифференцирование проекций на вещественные оси координат осуществляется по скалярному аргументу (времени), то результаты этих операций, с точки зрения классического математического анализа, не могут называться первой производной от координаты по времени (скоростью) и второй производной от координаты по времени (ускорением). Именно поэтому в тензорном анализе для таких величин вводятся понятия дифференциальных форм первой, второй и т.д.. степени (дифференциальных 1-формы, 2-формы и т.д.).

Частное дифференцирование вектора (в качестве тензора первого ранга) не сохраняет его в исходном векторном пространстве, а повышает его ранг и переводит в тензорное пространство, соответствующее новому рангу. Заметим также, что процесс частного дифференцирования необратим: обратной для частного дифференцирования операции («частного интегрирования») в тензорном анализе нет.

Естественно, ни о каком евклидовом пространстве, после первой же проведённой в нём операции частного дифференцирования, речи идти уже не может. Евклидово пространство оказывается адекватным (сохраняющим свои свойства) лишь в отношении измерения расстояний между его точками, но никак не относительно преобразований, сопровождающих анализ динамики движений, отличных от равномерных прямолинейных.

Ясно, что лагранжево-гамильтонов формализм (основанный на векторно-тензорном математическом аппарате), постулируя линейную независимость как самих проекций вектора положения тела на вещественные оси координат, так и частных производных по этим проекциям от динамических характеристик с размерностью энергии (лагранжиана и гамильтониана), и имеющий существенно ограниченную (случаями замкнутых или приводимых к замкнутым систем) область применения, отнюдь не в праве претендовать на роль основного (тем более, безальтернативного) методологического инструмента современной теоретической физики. Однако на практике физики-теоретики (заведомо игнорируя либо оговаривая, но тут же «забывая» о наличии ограничений на область применения этого инструмента) используют лагранжево-гамильтонову методологию и её математический аппарат в качестве универсальных методов и средств исследования любых динамических систем.

Яркий тому пример – «Механика» Ландау-Лифшица, целиком изложенная с позиций лагранжево-гамильтонова формализма и в таком виде выдержавшая уже пять изданий и переизданий, несмотря на публично высказанное ещё в 1941 году академиком В.Фоком предупреждение об ошибочности безальтернативного выбора для теоретической механики такой методологической основы (журнал «Успехи физических наук», т.ХХVIII, вып.2-3, 1946). Проигнорировав это ясно и чётко высказанное предупреждение, Ландау сознательно пошёл на риск оказаться (и, в конечном счёте, должен будет оказаться) в ряду крупнейших научных авантюристов XX века.

Свидетельством запоздалого «момента прозрения» можно считать полемическое высказывание Ландау, о котором упоминает (осуждающий его за это высказывание) В.Царев (Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН,

Москва) в статье, опубликованной в журнале «УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК» (Октябрь 1992 г., Том 162, № 10, с.66):

«Поспешные и категоричные негативные суждения столь же опасны, как и положительные. Классическим примером может служить оценка перспектив метода Лагранжа — Гамильтона в теории элементарных частиц, данная на конференции в Киеве в 1959 году крупнейшим советским теоретиком Л.Д.Ландау, который заявил, что лагранжиан "мёртв и должен быть похоронен со всеми подобающими ему почестями"».

Возможно, Ландау и внёс бы существенные коррективы в свой ставший уже достаточно известным в учёном мире «Курс Ландау по физике», если бы не автокатастрофа 1962 года, лишившая его работоспособности. Его соавторы (и редакторы) по десятилетнему курсу теоретической физики самостоятельно пойти на это, конечно, были не способны, а, главное, не очень в этом и заинтересованы: ведь основная ответственность за качество учебного пособия по-прежнему лежит на Ландау, тогда как «дивиденды» от стереотипных (или с минимальными поправками) переизданий получают они.

В связи с этим встаёт вопрос и о квалификации ведущих математиков страны, в первую очередь, Осипова Ю.С. и Садовниченко В.А., в течение более двадцати лет стоявших во главе академической и вузовской науки и допустивших переиздания «Механики» Ландау-Лифшица в неизменном виде в 2001, 2004, 2007 и 2012 годах. Тем самым, на высшем уровне руководства наукой в стране была проявлена высшая степень непрофессионализма и безответственности!

Изложенное выше в отношении векторно-тензорной алгебры коренным образом отличает её от алгебр с делением, которые не только в одномерном, но и в многомерных случаях (на комплексной плоскости, в трёхмерном кватернионном или семимерном октонионном векторных пространствах) оперируют не с проекциями вектора, а с вектором как единым целым, сохраняя его в ходе преобразований в исходном векторном пространстве и, тем самым, обеспечивая адекватность результатов анализа.

Несовершенство методологии, применяемой автором цитируемой нами книги, косвенно признаёт и он сам, когда приводит (якобы универсальные, а, на деле, рассчитанные только на равномерные прямолинейные движения) «принципы относительности» и тут же вводит ограничения на вид фигурирующей в правой части «уравнения Ньютона» (1) функции $F(x, x', t)$. Сначала он исключает из неё зависимость от времени, потом от скорости, а в итоге оставляет в правой части уравнения движения только частные производные (по проекциям координаты) от неизвестно откуда появляющейся (поскольку в условиях задачи, в рамках ньютоновой механики, её нет) «потенциальной функции».

Функция же $F(x, x', t)$, как таковая, в её полноценном виде, в книге так больше и не встречается. Выходит, рассуждения и выкладки автора книги, призванные убедить читателей в его приверженности классической ньютоновой механике, являются лишь «красивой математической сказкой», имеющей целью

усыпить бдительность тех, кто хотел бы докопаться в данном вопросе до научной истины, но, паче чаяния, может убедиться, что таковой здесь нет!

4. Кеплерова задача на комплексной плоскости

Простейшее круговое вращательное движение служит основой для наложения на него новых колебаний и вращений, которые, в результате, и приводят к появлению тех «чисто квантовых эффектов», в которых существующая «официальная» наука не может разобраться и что-либо понять. Как ни странно, к числу «не до конца или не удовлетворительно решённых задач», следует отнести даже всем и давно хорошо известную Кеплерову задачу.

Обработывая экспериментальные данные, полученные Т.Браге при наблюдениях за движением планеты Марс, И.Кеплер в начале XVII века открыл, что планета движется в плоскости, близкой к плоскости эклиптики, по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится Солнце. В конце XVIII века Ж.Лаланд установил, что эллиптические орбиты описываются единым (для эллипсов, парабол и гипербол) уравнением конического сечения:

$$r = p / (1 + \varepsilon \cos \varphi),$$

где r – текущее значение расстояния до центра притяжения (фокуса),

p – фокальный параметр,

ε – эксцентриситет,

φ – полярный угол, отсчитываемый от направления большой оси эллипса.

Открытия Кеплера и Лаланда оставили не завершённой ту часть задачи, в которой требуется представить её аналитическое решение в виде функции времени. Это и составляет основное содержание Кеплеровой задачи в современной трактовке.

Посмотрим, как ньютонова механика позволяет довести эту задачу до логического завершения на комплексной плоскости и как математики непростительно игнорируют такую возможность.

Движение по эллиптической орбите представляет собой двумерный колебательный процесс, в котором происходят периодические отклонения от положения динамического равновесия, каковым является исходная круговая орбита (с нулевым эксцентриситетом и радиусом, равным фокальному параметру p). Из уравнения конического сечения видно, что симметрия отклонений от центра притяжения соблюдается для величины, обратной расстоянию r :

$$1/r = 1/p + (\varepsilon/p) \cos \varphi.$$

Второй закон Кеплера, утверждающий постоянство (независимость от времени) кинетического момента планеты (или удвоенной секториальной скорости), позволяет гармонизировать процесс отклонений орбиты от исходной круговой. Это обеспечивается введением обобщённого времени $\tau = t/r^2$, где t – реальное время, а обобщённая угловая скорость w равняется постоянному моменту импульса планеты, приведённому к единичной массе и единичному фокальному параметру, иначе говоря, равняется линейной скорости движения на исходной круговой орбите V . Величина последней определяется из условия равенства силы притяжения, отвечающей закону всемирного тяготения, и

центробежной силы на круговой орбите с радиусом p (в этом случае радиус орбиты равен радиусу кривизны):

$$GMm/p^2 = mV^2/p,$$

где G – гравитационная постоянная,

M – масса Солнца,

m – масса планеты.

p – расстояние от планеты до Солнца и радиус кривизны на исходной круговой орбите.

Откуда $V = \sqrt{GM/p} = w$, и закон изменения фазы обращения планеты $\varphi = wt$.

На комплексную плоскость уравнение конического сечения переносится конформным отображением, сохраняющим углы между векторами:

$\beta = (1/p) + (\varepsilon/p) \exp(-iwt)$ – во вращающейся (синхронно с обращением планеты вокруг Солнца) системе координат или

$\gamma = [(1/p) + (\varepsilon/p) \exp(-iwt)] \exp(iwt)$ – в неподвижной (условно абсолютной) системе координат.

Поскольку направление обращения планеты вокруг Солнца принимается за положительное (против часовой стрелки), то направление вращения вектора отклонений от круговой орбиты, как будет показано ниже, оказывается отрицательным (по часовой стрелке). При этом смещение от положения динамического равновесия вектора положения вдоль оси абсцисс $(\varepsilon/p) \cos(wt)$ дополняется смещением вдоль оси ординат $-i(\varepsilon w/p) \sin(wt)$ до кругового вектора $(\varepsilon/p) \exp(-iwt)$, в результате чего комплексный вектор γ приобретает новый физический и математический смысл. Если в уравнении конического сечения в вещественных координатах (на вещественной плоскости) направления векторов r и радиуса кривизны R (соответственно, обратных им величин: $1/r$ и $1/R$) совпадают лишь при двух значениях фазы обращения $\varphi = 0^\circ$ и $\varphi = 180^\circ$, то вектор положения планеты γ на комплексной плоскости совпадает с направлением на центр кривизны в любой точки орбиты, т.е. при любом φ . Покажем это.

Проекция вектора γ на действительную ось (абсцисс) равна $(1/p) \cos \varphi + (\varepsilon/p)$, а проекция на «мнимую» ось (ординат) равна $-(1/p) \sin \varphi$. Таким образом, тангенс угла α наклона вектора γ к оси абсцисс составляет величину $\operatorname{tg} \alpha = \sin \varphi / (\cos \varphi + \varepsilon)$.

Для самоконтроля заглянем в учебно-справочную литературу (М.Шпигельман. Эллипсы, параболы и гиперболы в совмещённых полярно-декартовых координатах. – М.: 2006, с.403):

«Тангенс угла наклона нормали

$$k(\varphi) = \sin \varphi / (\cos \varphi + \varepsilon),$$

убедившись в правильности высказанного выше положения.

Там же (сс. 138 и 410): приводятся выражения для тангенса угла θ наклона касательной к эллипсу и радиуса R кривизны в каждой его точке (на эти выражения мы сошлёмся в дальнейшем):

$$\operatorname{tg} \theta = (\cos \varphi + \varepsilon) / (-\sin \varphi),$$

$$R = p(1 + 2\varepsilon \cos \varphi + \varepsilon^2)^{3/2} / (1 + \varepsilon \cos \varphi)^3,$$

А теперь убедимся в том, что два вращения, из которых складывается движение по эллиптической орбите, противоположно направлены.

Дифференцируя вектор $\beta = (1/p) + (\varepsilon/p) \exp(-i\omega\tau)$ по обобщённому времени τ , получаем выражения для скорости и ускорения отклонения от исходной круговой орбиты:

$$d\beta/d\tau = -i\omega(\varepsilon/p) \exp(-i\omega\tau),$$

$$d^2\beta/d\tau^2 = -\omega^2(\varepsilon/p) \exp(-i\omega\tau),$$

Посмотрим, как эти три векторные величины: отклонения от исходной круговой орбиты β , скорости этого отклонения $d\beta/d\tau$ и ускорения $d^2\beta/d\tau^2$, – поведут себя в неподвижной системе координат. Если бы мы попытались найти величины $d\beta/d\tau$ и $d^2\beta/d\tau^2$, дифференцируя вектора γ в неподвижной системе координат, то мы бы их не получили, поскольку в этой системе координат вектор отклонения β становится постоянным и, следовательно, обратное вращение оказывается вырожденным. Но величины векторов $d\beta/d\tau$ и $d^2\beta/d\tau^2$ мы уже определили во вращающейся системе координат, в которой они вращаются в обратном направлении по отношению к основному вращению (обращению планеты вокруг Солнца). Теперь мы можем их добавить в результаты дифференцирования вектора γ в неподвижной системе координат, где они, после умножения на фазовый множитель прямого вращения, выступают в качестве постоянных величин.

Итак, в неподвижной системе координат мы имеем триаду векторов (положения, скорости и ускорения), каждый из которых состоит из вращающейся и невращающейся составляющих. Первая относится к движению по исходной круговой орбите, а вторая – к отклонениям от этой орбиты. Три неподвижные составляющие имеют чёткий физический смысл:

ε/p – вектор отклонения (в положительном направлении по оси абсцисс) от обратной величины расстояния $1/p$ до центра притяжения на исходной круговой орбите;

$i\varepsilon V$ – вектор отклонения (в положительном направлении по оси ординат) от линейной скорости (равной по модулю V) на исходной круговой орбите; заметим, что здесь мы берём не вектор $d\beta/d\tau$, а противоположную ему по знаку величину, к тому же, умноженную на величину фокального параметра p , поскольку нас, в конечном итоге, интересует не скорость изменения обратной величины расстояния до центра притяжения, а величина отклонения от линейной скорости на исходной круговой орбите;

$-V^2(\varepsilon/p)$ – вектор отклонения (в отрицательном направлении по оси абсцисс) от силы притяжения Солнца $GM/p^2 = V^2/p$ (взятой по модулю и приведённой к единичной массе планеты) на исходной круговой орбите.

В итоге, в неподвижной системе координат мы имеем следующую триаду векторов положения планеты на орбите, её скорости и ускорения:

$$\gamma = (1/p) \exp(i\omega\tau) + (\varepsilon/p),$$

$$v = (iV) \exp(i\omega\tau) - p(d\beta/d\tau) = (iV) \exp(i\omega\tau) + i\varepsilon V,$$

$$d^2\gamma/d\tau^2 = -(V^2/p) \exp(i\omega\tau) - (\varepsilon V^2/p).$$

Выше мы убедились в том, что вектор γ направлен по нормали к эллипсу в любой его точке. Вычислим теперь тангенсы углов μ и ξ наклона векторов v и $d^2\gamma/d\tau^2$ к оси абсцисс:

$$\operatorname{tg}\mu = (V \cos\varphi + \varepsilon V) / (-V \sin\varphi) = (\cos\varphi + \varepsilon) / (-\sin\varphi) = \operatorname{tg}\theta,$$

$$\operatorname{tg} \xi = (V^2/p) \sin \varphi / (V^2/p) (\cos \varphi + \varepsilon) = \operatorname{tg} \alpha.$$

Таким образом, убеждаемся в том, что μ и ξ представляют собой углы наклона касательной и нормали к эллипсу.

Итак, вычисленные нами динамические характеристики отражают реальный процесс движения по эллиптической орбите, а накладывающиеся в этом движении друг на друга два вращения, действительно, имеют противоположную направленность. Применённая нами техника определения динамических характеристик двух накладывающихся друг на друга вращения имеет специфическую особенность: дифференцирование производится отдельно во вращающейся и в невращающейся системах координат, после чего оба результата объединяются. Так удаётся преодолеть эффект вырождения вращения в той или иной системе координат. Такая техника дифференцирования нам ниже понадобится при анализе взаимодействия вращающихся объектов.

Заметим, что конформное отображение на комплексной плоскости, сохраняя углы между векторами, не сохраняет расстояния. Поэтому радиус кривизны эллиптической орбите при таком отображении будет описываться формулой, отличной от приведённой выше. Выведем эту новую формулу.

Квадрат модуля касательной скорости v равен:

$$|v|^2 = V^2(\cos \varphi + \varepsilon)^2 + V^2 \sin^2 \varphi = V^2(1 + 2\varepsilon \cos \varphi + \varepsilon^2).$$

Модуль ускорения $d^2\gamma/d\tau^2$ равен:

$$|d^2\gamma/d\tau^2| = \sqrt{[(V^2/p)^2(\cos \varphi + \varepsilon)^2 + (V^2/p)^2 \sin^2 \varphi]} = (V^2/p) \sqrt{1 + 2\varepsilon \cos \varphi + \varepsilon^2}.$$

Таким образом, радиус кривизны эллиптической орбиты при данном конформном отображении на комплексной плоскости равен:

$$R = |v|^2 / |d^2\gamma/d\tau^2| = p(1 + 2\varepsilon \cos \varphi + \varepsilon^2)^{1/2}.$$

Уравнение эллиптического движения, в обобщённых координатах и времени на комплексной плоскости, соответствует второму закону механики Ньютона в его двумерном обобщении:

$$d^2\gamma/d\tau^2 = (GM/r^2) \exp(i\omega\tau).$$

Стоящий в левой части уравнения вектор ускорения, как было показано выше, разлагается на нормальную и касательную компоненты в каждой точке орбиты. Точно на такие же компоненты разлагается стоящая в правой части уравнения внешняя сила притяжения, приведённая к единичной массе планеты.

Имея же решённое уравнение движения в виде силового баланса, можно, наконец, получить и точный энергетический баланс данного динамического процесса. Та часть энергетического баланса, которая относится к движению на исходной круговой орбите, показывает чисто реактивный характер мощности, развиваемой внешней силой гравитации в её «противоборстве» с внутренней силой инерции планеты. А при наложении на этот процесс второго вращения происходит периодический обмен энергией с внешним источником гравитации, для которого происходящие потери и приобретения энергии, к примеру, в случае с планетой Марс и Солнцем, совершенно неощутимы, а, в общем случае, ещё и количественно ничем не ограничены, вопреки ложному постулату о неизменной потенциальности и консервативности гравитационных сил. Так что практикуемое теоретиками заведомое включение внешнего источника энергии в

состав динамической системы, с введением понятия «потенциальной энергии системы во внешнем силовом поле», в общем случае ошибочно.

Заметим, что искусственное установление верхнего предела пополнения системы внешней энергией путём её мысленного (реально не осуществимого) переноса на бесконечное удаление от центра притяжения, где потенциальная энергия признаётся максимальной и, в то же время, равной нулю, алогично уже тем, что суммарная (кинетическая и потенциальная) энергия любого небесного тела (или искусственного аппарата), летящего со скоростью, не превышающей второй космической, оказывается отрицательной (!).

Помимо указанной алогичности, есть и более серьёзные возражения против такого искусственного методологического приёма. Представление о том, что позаимствовать энергию у внешнего источника гравитации можно только путём удаления от него, отдаёт такой научной архаикой, что можно только диву даваться, каким чудом она всё ещё сохраняется в нынешней академической и вузовской науке. Во всяком случае, патентные службы и ведомства развитых стран уже давно признали практическую возможность извлечения гравитационной энергии без снижения среднего гравитационного потенциала рабочей массы. А государственная патентная служба России, выдавая нашим изобретателям «отказные» решения на подобные предложения, совершает тяжкое государственное преступление, по собственному недомыслию и произволу (заметим: при прямом соучастии высшего руководства академической и вузовской наукой!) отбрасывая нашу страну на задворки цивилизации.

В свете вышесказанного, самое время посмотреть, чем нас по теме Кеплеровой задачи может порадовать «официальная» наука.

5. «Сочинение математиков на вольную тему»

Продолжим цитирование книги В.И.Арнольд. Математические методы классической механики. — 3-е изд. М.: Наука, 1989, сс.34-39:

«§ 8. Исследование движения в центральном поле.

Закон сохранения кинетического момента позволяет свести задачу о движении в центральном поле к задаче с одной степенью свободы...

По закону сохранения кинетического момента величина $M = \varphi(t) \cdot r^2(t)$ постоянна (не зависит от t).

Теорема. При движении материальной точки единичной массы в центральном поле её расстояние от центра поля меняется так, как r в одномерной задаче с потенциальной энергией

$$V(r) = U(r) + M^2/2r^2 \dots$$

Величина $V(r)$ называется эффективной потенциальной энергией...

Полная энергия в полученной одномерной задаче сохраняется. Следовательно, зависимость r от t определяется квадратурой

$$r' = \sqrt{[2E - 2V(r)]},$$

$$\int d\varphi = \int dr / \sqrt{[2E - 2V(r)]}.$$

Поскольку $\varphi' = M/r^2$, то $d\varphi/dr = M/r^2 / \sqrt{[2E - 2V(r)]}$, и уравнение орбиты в полярных координатах находится квадратурой

$$\varphi = \int (M/r^2) dr / \sqrt{[2E - 2V(r)]} \dots$$

Речь идёт о движении в центральном поле с потенциалом $U = -k/r$, и, следовательно, $V(r) = (-k/r) + M^2/2r^2$.

По общей формуле

$$\varphi = \int (M/r^2) dr / \sqrt{[2E - 2V(r)]},$$

интегрируя, получаем

$$\varphi = \arccos[(M/r) - (k/M) / \sqrt{(2E + k^2/M^2)}] \text{ (конец цитаты).}$$

Серьёзного исследователя такое решение Кеплеровой задачи, конечно, удовлетворить не может. Видимо, будучи готов к этому, автор даёт ссылку на другую свою книгу (с соавторами):

Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики. — М.: ВИНТИ, серия «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления», т.3, 1985.

Цитируем (сс. 64-67):

«Задача о движении точки в силовом поле с потенциалом $U = -\gamma/r$ обычно называется задачей Кеплера...

1.2. Аномалии.

Для полного решения задачи Кеплера нам осталось найти закон движения по уже известным орбитам. Направим оси x и y по главным осям конического сечения, представляющего орбиту. Её уравнение можно представить в следующем параметрическом виде:

$$x = a(\cos u - \varepsilon), y = a[\sqrt{(1 - \varepsilon^2)}] \sin u, (0 \leq \varepsilon < 1). \quad (3)$$

...Вспомогательная переменная u в астрономии называется эксцентрической аномалией, а угол φ между направлением на перицентр орбиты (ось x) и радиусом-вектором точки — истинной аномалией. Имеет место следующая формула

$$\operatorname{tg}(\varphi/2) = [\sqrt{(1 + \varepsilon)/(1 - \varepsilon)}] \operatorname{tg}(u/2).$$

...Подставляя формулу (3) в интеграл площадей $x(dy/dt) - y(dx/dt) = c$ и интегрируя, получим соотношение между временем и эксцентрической аномалией

$$u - \varepsilon \sin u = n(t - t^0), n = \sqrt{(\gamma/p^3)^2}.$$

...Здесь t^0 — время прохождения точки через перицентр. Это уравнение называется уравнением Кеплера. Линейная функция $\xi = n(t - t^0)$ называется обычно средней аномалией. Таким образом, в эллиптическом случае задачи Кеплера мы должны решить трансцендентное уравнение Кеплера

$$u - \varepsilon \sin u = \xi.$$

Ясно, что при $(0 \leq \varepsilon < 1)$ оно имеет аналитическое решение $u(\varepsilon, \xi)$, причём разность $u(\varepsilon, \xi) - \xi$ периодична по средней аномалии ξ с периодом 2π . Для того, чтобы представить функцию $u(\varepsilon, \xi)$ в удобном для вычислений виде, можно избрать два пути:

- (1) разложить функцию $u - \xi$ при фиксированных значениях ε в ряд Фурье по ξ с зависящими от ε коэффициентами,
- (2) можно попытаться представить $u(\varepsilon, \xi)$ в виде ряда по степеням эксцентриситета ε с коэффициентами, зависящими от ξ » (конец цитаты).

Далее авторы показывают, что в первом из вышеуказанных случаев коэффициенты ряда представляются функциями Бесселя m -го порядка, $1 \leq m \leq \infty$, а при втором подходе коэффициенты ряда, представляющие собой тригонометрические полиномы средней аномалии ξ , могут быть получены с использованием известной формулы локального обращения голоморфных функций Лагранжа.

Понятно, что ни в первом, ни во втором случаях без машинного счёта не обойтись. При этом контроль над физическим содержанием исследуемого процесса полностью утрачивается. Практически невозможным становится и дальнейшее развитие данной задачи, например, по учёту влияния возмущающих внешних сил.

Сводя двумерную Кеплерову задачу к одномерной и представляя открытую динамическую системы (каковой, в действительности, является небесное тело) в виде замкнутой, физики-теоретики даже не считают нужным задаться вопросом: если гравитационное поле заведомо признаётся потенциальным, то каким образом в этом поле, на всех уровнях мироздания, возникает неисчислимо множество «не потенциальных» (резонансных, вращательных, вихревых) систем и процессов?

Фетишизируя понятие «замкнутой системы», теоретическая физика сужает свой научный горизонт настолько, что обрекает себя на жалкую роль «приживалки при физике-экспериментаторе», подбрасывающей ей, вместе с крохами спонтанных научных достижений, горы «научной макулатуры», в которых она не в состоянии «отличить зёрна от плевел».

В своё время векторно-тензорная алгебра предлагалась в качестве рабочего инструмента для анализа движений в многомерных (вплоть до бесконечномерных) пространствах. Теперь же выясняется, что даже при двух измерениях, т.е. при анализе движения на плоскости, данный математический аппарат не в состоянии дать адекватное решение сравнительно несложной динамической задачи.

На самом же деле, положение в теоретической физике ещё хуже, чем может показаться на основании вышеизложенного. Лагранжево-гамильтонов формализм, применяемый теоретиками «без разбора, к стати и не к стати», вносит грубые ошибки даже в элементарно решаемые одномерные динамические задачи.

6. Ландау показывает несостоятельность лагранжиана

На первое печатное издание «Механики» Ландау:

Л.Ландау и Л.Пятигорский. Механика (Теоретическая физика под общей редакцией проф. Л.Д.Ландау, т. I). Гостехиздат. Москва – Ленинград, 1940, стр. 200, ц. 7 руб., –

академик В.Фок написал рецензию, поступившую в редакцию журнала «Успехи физических наук» в июле 1941 года, но опубликованную, ввиду перерыва в выходе журнала, только в 1946 году (т. XXVIII, вып.2-3). Цитируем:

«Рецензируемая книга представляет первую часть пятитомного курса теоретической физики, намеченного профессором Ландау... По мнению

авторов, теоретическая физика должна иметь исключительно качественный характер, определение же численных значений физических величин, вообще говоря, в её задачи не входит. С этим положением трудно согласиться, так как без умения определять численные значения физических величин нельзя говорить и о проверке общих физических законов, которые ведь, по словам самих авторов, проявляются в форме зависимости между физическими величинами, т.е. между их численными значениями.

Математическую строгость авторы считают не только ненужной, но и весьма вредной... Отрицательное отношение авторов к математической строгости распространяется, по-видимому, и на строгость в рассуждениях вообще. Во всяком случае, данная книга изобилует примерами нестрогих рассуждений. Некоторые из них приводят и к неверным выводам...

В первой главе прежде всего следует отметить отсутствие определения предмета механики. На стр. 13 встречается утверждение: “принцип Гамильтона выражает собой закон движения всякой механической системы”. Это утверждение неверно, так как бывают системы неголономные и диссипативные. (с трением)...

Отсутствует также разъяснение основных механических понятий, в том числе понятий силы и массы... В основу построения механики полагается принцип наименьшего действия (начало Гамильтона). Авторы исходят здесь из ошибочного представления, будто “при заданных внешних условиях движение вполне определяется координатами начала и конца движения” (стр. 152)... Полагать в основу механики принцип наименьшего действия едва ли правильно, даже и независимо от того, что этот принцип применим не ко всем системам... В общем случае можно утверждать только то, что интеграл действия имеет стационарное значение в смысле равенства нулю его первой вариации.

Следует осудить тенденцию авторов выводить все, даже очевидные, вещи из далеко неочевидных общих принципов, притом нестрогим способом. Характерным является следующий пример. Авторы не дают физического определения массы, из которого бы вытекало, что она всегда положительна. Масса определяется авторами, как множитель пропорциональности в функции Лагранжа свободной материальной точки. Ясно, что из такого определения ровно ничего не может следовать, так как на этот множитель попросту можно сократить... На стр.22 говорится: “Функция Лагранжа обладает весьма важным свойством аддитивности”. Но тут же приводится формула, из которой следует, что она этим свойством не обладает, ибо в неё входит взаимная потенциальная энергия частиц, которая не аддитивна... Понятие силы вводится лишь в §8, причём силы, зависящие от скорости, первоначально не рассматриваются. Таким образом, выпадают из рассмотрения не только диссипативные силы, для которых функция Лагранжа не существует, но и гироскопические и магнитные... Неправильен вывод в §56 (стр.150) уравнений Гамильтона из вариационного начала: вариации δq и δp не являются независимыми...

Приходится удивляться тому, как мог такой крупный учёный, каким, несомненно, является один из соавторов – проф. Ландау, написать книгу с таким большим количеством грубых ошибок...

Переходя к оценке книги в целом, мы должны признать, что она авторам не удалась» (конец цитаты).

Как известно, рецензия академика В.Фока не изменила планов Л.Ландау выпустить пятитомник (в итоге даже получился десяти томник) учебного курса «Теоретической физики». Но в какой мере были им учтены вполне справедливые критические замечания? Ясно, что главное замечание, предупреждающее о невозможности (и поэтому недопустимости самой попытки) изложить всю теоретическую механику (а, значит, и всю теоретическую физику) с позиции принципа наименьшего действия и лагранжево-гамильтонова формализма Ландау полностью проигнорировал.

Конкретный пример грубейшей ошибки, возникающей в результате этой научной авантюры, даёт решаемая в 1-го томе учебного пособия Ландау-Лифшица «Механика» (изд. 2001, 2004, 2007 гг., с.83) задача об осцилляторе в режиме вынужденных резонансных колебаний.

Цитируем «Механику» Ландау-Лифшица (сс.82-85):

«§ 22. Вынужденные колебания.

...В этом случае наряду с собственной потенциальной энергией $(1/2)kx^2$ система обладает ещё потенциальной энергией $U_e(x, t)$, связанной с действием внешнего поля. Разлагая этот дополнительный член в ряд по степеням малой величины x , получим

$$U_e(x, t) \approx U_e(0, t) + x \left. \frac{\partial U_e}{\partial x} \right|_{x=0}.$$

Первый член является функцией только от времени и потому может быть опущен в лагранжевой функции (как полная производная по t от некоторой другой функции времени). Во втором члене $-\partial U_e / \partial x$ есть внешняя «сила», действующая на систему в положении равновесия и являющаяся заданной функцией времени; обозначим её как $F(t)$. Таким образом, в потенциальной энергии появляется член $-xF(t)$, так что функция Лагранжа системы будет $L = mx'^2/2 - kx^2/2 + xF(t)$. (22.1)

Соответствующее уравнение движения есть

$$mx'' + kx = F(t), \text{ или}$$

$$x'' + \omega^2 x = (1/m)F(t), \quad (22.2)$$

где мы снова ввели частоту ω свободных колебаний.

...В случае резонанса амплитуда колебаний растёт линейно со временем... Энергия системы, совершающей вынужденные колебания, разумеется, не сохраняется; система приобретает энергию за счёт источника внешней силы» (конец цитаты).

В случае резонанса вынуждающая сила в данном пособии принимает вид $F(t) = f \cos(\omega t)$, и решение уравнения (22.2) получается таким:

$$x(t) = (ft/2\omega m) \sin(\omega t),$$

$$x'(t) = (ft/2m) \cos(\omega t) + (f/2\omega m) \sin(\omega t),$$

$$x''(t) = -(ft\omega/2m) \sin(\omega t) + (f/m) \cos(\omega t).$$

Соответственно, импульс p , кинетическая E_k , потенциальная E_p и суммарная энергия E осциллятора в режиме резонанса (после отбрасывания исчезающе малых побочных гармоник колебаний) описываются следующими выражениями

(в пособии они не приводятся, поскольку противоречат введенной авторами величине «потенциальной энергии $-xF(t)$ »):

$$p = (ft/2)\cos(\omega t),$$

$$E_k = (f^2 t^2 / 8m)\cos^2(\omega t),$$

$$E_p = (f^2 t^2 / 8m)\sin^2(\omega t),$$

$$E = f^2 t^2 / 8m.$$

Как видим, авторы учебного пособия правы в том, что энергия осциллятора в режиме резонанса не сохраняется и пополняется за счёт источника внешней силы. Но следует сказать точнее: энергия осциллятора возрастает квадратично во времени, пополняясь за счёт работы внешней силы, выражаемой интегралом $\int F(t)dx = \int F(t)(dx/dt)dt$.

Авторы пособия, не будучи в состоянии взять этот интеграл из-за неизвестности функций $x(t)$ и dx/dt (ведь функция Лагранжа составляется тогда, когда уравнение движения не только не решено, но даже ещё не составлено!), заменяют этот интеграл произведением функций $x(t)F(t)$ в предположении, что частная производная от этого произведения по координате $x(t)$ будет равна функции $F(t)$. Такое предположение грубо ошибочно, поскольку результат частного дифференцирования по $x(t)$ произведения двух зависимых друг от друга функций $x(t)$ и $F(t)$ отнюдь не равняется $F(t)$:

$$\partial(xF)/\partial x = F(t) + x(t) \partial F/\partial x = F(t) + \partial F/\partial(\ln x) \neq F(t).$$

Поскольку мы уже знаем решение уравнения движения осциллятора в режиме резонанса, то можем убедиться в том, что введенная авторами «дополнительная потенциальная энергия $-xF(t)$ », призванная учесть внешнее воздействие на осциллятор, представляет собой «математическую абракадабру», ничего общего с реальной энергией осциллятора не имеющую и в его энергетическом балансе отсутствующую. Более того, само понятие энергетического баланса, после подмены интеграла $\int F(t)dx$ произведением $x(t)F(t)$, теряет свой смысл. Рассмотрим, почему так происходит.

Физический смысл членов дифференциального уравнения движения в качестве силовых величин проясняется после представления уравнения движения в виде нулевого силового баланса по третьему закону механики (с сосредоточением всех слагаемых силового баланса в одной части равенства):

$$-mx'' - m\omega^2 x + F(t) = 0,$$

где $(-mx'')$ – сила инерции колеблющейся массы осциллятора,

$(-m\omega^2 x)$ – возвращающая сила внутреннего упругого механизма,

$F(t)$ – внешняя сила.

В режиме свободных колебаний (в отсутствие внешней силы) силовой баланс легко интегрируется по координате x (с нулевым нижним и переменным верхним пределами), превращаясь в энергетический баланс. Так, обозначив скорость $x' = v$, имеем

$$m(dv/dt)dx + kxdx = m(dx/dt)dv + kd(x^2/2) = d(mv^2/2) + d(kx^2/2) = 0,$$

откуда, после интегрирования, получаем энергетический баланс осциллятора $mv^2/2 + kx^2/2 = \text{const}$.

При наличии же внешнего воздействия, прежде имевшая место линейная независимость координаты и скорости исчезает. Эти величины, становясь

решением уравнения, зависящим от внешней силы, становятся функционально зависимыми и друг от друга. В этих условиях применение математического аппарата частного дифференцирования по координате и скорости, как независимым величинам, становится грубой ошибкой...

Какой же была реакция «официальной» науки на предложение исправить допущенную Ландау и его соавтором ошибку?

Президент Российской академии наук Ю.С.Осипов долгое время (точнее, с 1999 года и до окончания своего президентства в РАН) просто не отвечал на лично ему адресованные письма. Только однажды, после обращения через администрацию Президента страны, пришёл ответ, но не от президента РАН, а из Института общей физики РАН.

Ясно, что профессиональный математик (на любом посту), лично не заинтересовавшийся фактом грубейшей ошибки в учебном пособии, по которому он учился сам и долгие годы продолжают готовить в стране специалистов физико-математического профиля, как и не воспользовавшийся обращением к нему, чтобы не только исправить ошибку, но и познакомить общественность со своими последними научными достижениями, это временщик, выбравший профессию математика из карьерных соображений и, по достижении желанного высокого административного поста, превратившийся в обычного рутинного чиновника от науки.

Ну, а что ответили из подведомственного президенту РАН научного Института?

«26 февраля 2008 года, Российская Академия наук, Институт общей физики им. А.М.Прохорова, №11219-9311-220. Ответ на обращение Петрова А.М. в адрес Администрации Президента Российской Федерации.

«Уважаемый г-н Петров,

Ваше обращение в адрес Администрации Президента Российской Федерации передано в Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН. В соответствии с общепринятой в научном сообществе практикой оценки работ, Ваша работа передана на рецензию экспертной группы ИОФ РАН...

Зам. директора ИОФ РАН (подпись) В.Г.Михалевич».

Из рецензии Экспертной группы Института общей физики РАН:

«Уважаемый господин А.М.Петров!

Ваше письмо вместе с Вашим научным эссе “Кватернионные тайны космоса”, изданным в издательстве “Спутник+” в 2007 г., поступило на экспертизу в Институт общей физики РАН...

Как следует из оглавления Вашей брошюры общим объёмом 61 стр., большую её часть (стр. 3-50) занимают критические замечания в адрес широко известных учебников по общему курсу физики и по теоретической физике. При этом опровергается ряд фундаментальных положений как классической, так и квантовой физики, послуживших основой для конкретных технических приложений. Хотелось бы особо остановиться на том обстоятельстве, что опровергаемые Вами фундаментальные положения многократно применялись для конкретных инженерных расчётов. Более того, в большинстве других известных монографий по теоретической физике критикуемые Вами положения

воспроизводятся практически без изменений. Получается, что все авторы этих многократно переиздававшихся учебников оказались глупее Вас.

Например, эмоционально критикуемый Вами “сомнительный постулат” со стр. 10 из тома 1 (“Механика”) курса теоретической физики Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица, присутствует практически во всех учебниках по естественным наукам – это т.н. “принцип детерминизма”. Вам очень не понравилось положение о том, что одновременным заданием всех координат и скоростей в какой-то момент времени можно в принципе предсказать дальнейшее движение механической системы... Вы заявляете, что “аппарат лагранжианов, гамильтонианов, принципа наименьшего действия и законов сохранения ... не годится для анализа резонансных систем”...

Хотелось бы особо отметить, что вышеприведённые элементарные разделы стандартного университетского курса многократно проверялись не только авторами учебников, но и студентами и аспирантами при подготовке к экзаменам. Поэтому, если бы аппарат лагранжевой или гамильтоновой механики давал сбои при рассмотрении такого элементарного примера, как раскачка осциллятора внешней силой, то это обстоятельство было бы немедленно обнаружено...».

Короче говоря, основной смысл ответа: «не считайте других глупее себя, и шагайте в ногу со всеми!»...

Подумалось: ну, что ж, есть ведь ещё и академические периодические издания, включая возглавляемый (на 2008 год) нобелевским лауреатом по физике. Не интересуются ли там, наряду с обсуждениями на страницах научного журнала других актуальных вопросов, фактом грубых ошибок в учебной литературе для студентов физических специальностей?

Как выяснилось, не заинтересовались.

«Российская академия наук, Редакция журнала “Успехи физических наук”, № 192/2008, 15 апреля 2009 года, А.М.Петрову.

Глубокоуважаемый Автор!

Редколлегия журнала УФН не может опубликовать Вашу работу “К проблеме аксиоматической адекватности описания движения в физическом пространстве” по двум причинам.

Во-первых, получен отрицательный отзыв (отзыв приложен).

Во-вторых, по мнению редколлегии, Ваша работа носит слишком общий философский характер и написана в стиле, не принятом в УФН. Вы сами легко в этом убедитесь, посмотрев, например, последние выпуски нашего журнала...

От имени и по поручению редколлегии журнала “Успехи физических наук”

Зам. главного редактора академик РАН (подпись) О.В.Руденко».

«Рецензия на статью А.Петрова "К проблеме аксиоматической адекватности описания движения в физическом пространстве".

Данная работа претендует на формулировку якобы сложившегося за многие годы (и даже за последние столетия) методологического кризиса в физике и математике, источником которого согласно автору является узкий корпоративный интерес научной элиты, стремящейся сохранить руководящую роль в процессе научного познания. Ни по тематике, ни по тональности и стилю,

не говоря уже об обоснованности делаемых утверждений, данная статья не заслуживает опубликования в журнале УФН.

Содержание статьи представляет собой мешанину иногда справедливых, но в большинстве случаев ошибочных, критических замечаний в адрес многих учебных пособий, которые основаны на неправильном толковании отправных принципов и на поверхностном анализе их соответствия с экспериментальным материалом науки и практикой применения в современной технологии. Современные монографии по теоретической физике не предназначены для объяснения наивных школьных головоломок, а их продуктивность доказывается успехами физики микро- и макромира, которые не умещаются в рамки обыденного человеческого восприятия. То, что популяризация этих успехов часто носит неадекватный характер, не означает существования методологического кризиса в современной физике, а если элементы последнего и имеются в последние годы, то они выходят очень далеко за рамки преподносимого автором материала. Данная статья не заслуживает опубликования» (без подписи).

Риторический вопрос: ну, а хотя бы «иногда справедливые ... критические замечания в адрес многих учебных пособий» не заслуживают того, чтобы на них адекватно отреагировать «подсказкой-рекомендацией» ответственным лицам о необходимости принять меры к исправлению грубых ошибок, подобных имеющимся в университетском учебном пособии Ландау-Лифшица?

7. Непрофессионализм математика Садовниченко

К ректору МГУ имени Ломоносова, академику РАН Садовниченко В.А. мне пришла в голову мысль обратиться в 2005 году после просмотра телепередачи с его участием, из которой я узнал о его, на все 100% математической, семье: сам глава семьи, супруга, сын и две дочери – все выпускники мехмата МГУ! Подумалось: да с таким «семейным подрядом» в точных науках можно «горы своротить»!

С 2005 по 2010 годы лично В.А.Садовниченко (естественно, на адрес университета) мною был послан с десятков брошюр-монографий на тему алгебр с векторным делением. Долгое время ответа не было. Работник канцелярии ректора МГУ, которому я звонил, уверял меня, что книги до адресата доходят, лежат у него на столе, и он их читает. Однажды даже было передано устное обещание ответить автору, «но только после Татьянина дня» (подготовка к этому дню – для ректора ведущего вуза страны «дело святое»). Наконец, долгожданный ответ пришёл.

«2 июля 2010 года, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Управление научной политики и организации научных исследований, исх.№09-14а/23.

Уважаемый Анатолий Михайлович!

Направляю Вам отзыв на брошюру-монографию «Реактивная динамика открытых систем (резонанс, вихреобразование, гироскопия, электромагнетизм)», подготовленный старшим научным сотрудником Научно-исследовательского института механики МГУ Лохиним В.В.

И.о. проректора МГУ (подпись) С.Ю.Егоров».

«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, НИИ механики МГУ, исх. №65-3/201 от 28.06.2010:

Отзыв на брошюру-монографию А.М.Петрова “Реактивная динамика открытых систем (резонанс, вихреобразование, гироскопия, электромагнетизм)”. – М.: Изд-во «Спутник+», 2010. – 52 с. (отзыв приводится полностью, за исключением вступительной фразы, – примечание А.П.).

...Работа имеет полемический дискуссионный характер, автор формулирует критические, но неверные замечания в адрес известных учебных пособий, серьёзных научных монографий и знаменитых учёных, физиков-теоретиков. Однако, рассуждения автора содержат элементарные логические ошибки, ведущие к заблуждению.

Например, на стр. 12-13 обсуждаемой брошюры правильные формулы о (постоянной) угловой скорости прецессии свободно вращающегося волчка (Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие. Для вузов. В 10 томах, т.1. Механика, 5-е изд.: 2001, с. 142) вызывают удивление автора, что свидетельствует о его полном непонимании решения простейшей задачи о вращающемся волчке. И после этого автор заявляет, что “важно понимать, что физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое прецессия вращающегося волчка”. Налицо яркий пример научного шарлатанства, когда грубый обманщик и невежда выдаёт себя за знатока, обладающего большими знаниями и тонким пониманием обсуждаемых вопросов (С.И.Ожегов, Н.Ю.Шведова. – Толковый словарь русского языка, Изд-во “Азъ”, 1992 г.).

Аналогичные “обсуждения” физических теорий заполняют и последующие страницы рецензируемой брошюры. И после этого делается вывод о том, что “физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое энергия, вихреобразование, электрический заряд” и т.д. В целом, предлагаемая автором публикация никакой научной ценности не представляет.

Старший научный сотрудник НИИ механики МГУ

Кандидат физ.-мат. наук (подпись) В.В.Лохин. 17.06.2010.

Подпись тов. Лохина удостоверяю.

Зав. канцелярией НИИ механики МГУ (подпись, круглая печать НИИ механики МГУ)».

Как видно, уважаемый Виктор Антонович не смог найти ни в своей семье (с чем я к нему неофициально и обращался), ни в университете с его Институтом механики в придачу, математика, способного квалифицированно разобраться, что называется, «по косточкам» присылаемые мною работы. Поэтому ответить поручил лингвисту, числящемуся в Институте механики МГУ математиком, но ответить так, чтобы раз и навсегда отучить автора писем и монографий от вредной привычки отвлекать от дела занятых людей, с чем тот блестяще и справился. Правда, автор не отказал себе в удовольствии отправить В.А.Садовничему ещё одно письмо, уже официальное, как должностному лицу. Приведу из него только фрагмент:

«Видимо, читая брошюру второпях, “между делом”, оппонент не заметил, что так глубоко задевшие его слова (к которым он в своём коротком отзыве

обращается дважды), а именно: “важно понимать, что физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое энергия”, – это цитата. Произнёс эти слова в одной из своих знаменитых “Фейнмановских лекций по физике” Нобелевский лауреат, почему-то не посчитавший для себя зазорным публично признаться в незнании одного из тех предметов, которым была посвящена лекция.

Кстати, в 3-ем параграфе брошюры, эпиграфом к которому послужили эти слова Р.Фейнмана, указан и первоисточник: Р.Фейнман и др. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. Современная наука о природе. Законы механики. Изд.5-е. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007, с. 74.

Со своей стороны, автор брошюры лишь посчитал возможным отнести слова Р.Фейнмана и к другим, пока ещё не менее загадочным для науки, физическим явлениям и, соответственно, понятиям о них. Причём о том, что “науке пока неизвестно, что такое электрический заряд” или, скажем, “каков механизм вихреобразования”, пишут многие авторы, включая больших учёных. Так что это вовсе не тайна, и упрекать автора брошюры в её “разглашении” нет оснований. Поэтому остаётся открытым лишь вопрос о прецессии волчка.

Итак, знал ли Ландау (с соавтором “Механики”) и, следовательно, знают ли сейчас в МГУ и его Институте механики (поскольку там считают концепцию и формулы прецессии Ландау правильными), “что такое прецессия волчка”? Начнём с того, что само даваемое Ландау определение прецессии как “свободного вращения волчка” не может быть правильным потому, что свободно вращающийся волчок сохраняет неизменным положение своей оси вращения в пространстве, т.е. не прецессирует. В этом, прежде всего, и состоит так называемый гироскопический эффект. А прецессия, в виде накладывающегося на основное (быстрое) вращение второго (медленного) – это реакция волчка на внешнее воздействие, нарушающее его свободное вращение и делающее это вращение несвободным.

А теперь по поводу самих формул для расчёта угловой скорости прецессии. Ландау основывает свой расчёт на законе сохранения момента импульса прецессирующего волчка. При этом векторы моментов импульса (и, соответственно, угловых скоростей) быстрого и медленного вращений складываются и раскладываются как равноправные векторные величины по правилу параллелограмма. Но такой подход в корне не верен, ибо прецессионное вращение – это особый вид безынерционного движения, которое с основным вращением векторно (так сказать, “в одну кучу” или как “Божий дар с яичницей”) не складывается. В конце концов, достаточно рассмотреть предельный случай, когда конус, описываемый осью вращения, развёртывается в плоскость, чтобы убедиться в том, что закон сохранения момента импульса в случае прецессии не действует. Отсюда следует, что прецессирующий волчок является открытой динамической системой, для которой формулы Ландау изначально непригодны, почему и абсурдны, ч.т.д. (что и требовалось доказать)...

Почему же математики прославленной научной школы МГУ (не верю, что не могут!) не хотят видеть грубых теоретических и методологических ошибок в используемом для обучения студентов и аспирантов учебном пособии? Вывод

может быть только один: за двадцать лет руководства Московским университетом В.А.Садовническому удалось у членов этого научного коллектива полностью атрофировать научную совесть, так что единственным смыслом их деятельности теперь стала защита любыми средствами пресловутой “чести мундира” МГУ!».

На моё, официально посланное в МГУ, письмо ответа не последовало, из чего следует, что на территории МГУ, как и РАН, российское законодательство не действует...

Создаётся впечатление, что представители «официальной» науки искренне полагают, что защищают «настоящую науку» (и, конечно, себя в ней, в первую очередь) от чего-то «инородного, а, значит, вредного». Истоки этой позиции мы находим в истории развития математической школы МГУ как составной части московской (лузинской) математической школы, базирующейся на теории функций действительного переменного. Долгие годы её возглавлял А.Н.Колмогоров, а с конца 80-х годов прошлого столетия руководство (формально, по должности) перешло к проректору, а с 1992 года ректору МГУ В.А.Садовническому (по совместительству – заведующему кафедрой математического анализа механико-математического факультета МГУ).

Работавшие ещё с А.Н.Колмогоровым и лично его знавшие отдают должное его научным достижениям, однако отмечают и негативные моменты в его деятельности в качестве лидера московской математической школы.

<http://www.rsuh.ru/article.html?id=50768>

Новиков С.П. КРИЗИС ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА В РОССИИ И НА ЗАПАДЕ:

«Особую роль в московской математике длительный период играл Колмогоров. Будучи идеологом теории множеств, аксиоматизации науки и оснований математики, он в то же время обладал замечательным умением решить трудную и важную математическую проблему, а также – быть разумным и дельным в приложениях, в естественных и гуманитарных науках... В то же время, у него были странные, я бы сказал психические, отклонения: в образовании – школьном и университетском – он боролся с геометрией, изгонял комплексные числа, стремился всюду внедрить теорию множеств, часто нелепо... Короче говоря, как это ни нелепо, он имел те же самые идеи в образовании, что и бурбакизм, иногда даже более нелепые. Современной теоретической физики он не знал, базируясь лишь на классической механике, как естествоиспытатель...».

Покажем, как представил Колмогоров в своём популярном очерке, предназначенном для студентов и школьников (А.Н.Колмогоров. Математика. Исторический очерк. – М.: Анабасис, 2006. – 60с., первое издание – 1954 г.) произошедший на рубеже XIX-XX веков переворот в методологической основе точных наук:

«Большие новые теории возникают не только в результате непосредственных запросов естествознания или техники, а также из внутренних потребностей самой математики. Таково в основном было развитие теории функций комплексного переменного, занявшей в начале и середине 19 века центральное положение во всём математическом анализе. Главная линия развития

заклучалась здесь в том, что переход в комплексную область делал более ясными и обозримыми свойства подлежащих изучению функций. Широкий интерес к непосредственному реальному применению функций комплексного переменного, например, как функций, задающих конформное отображение, развился позднее, хотя возможности таких применений были намечены ещё Эйлером... В связи с развитием более общих точек зрения теории множеств и теории функций действительного переменного, теория аналитических функций в конце 19 века лишается того исключительного положения ядра всего математического анализа, которое намечалось для неё в начале и середине 19 века» (конец цитаты).

А.Н.Колмогоров был принципиальным противником многомерных алгебр с векторным делением. При этом, идейную борьбу научных школ он понимал буквально как «войну не на жизнь, а на смерть». Исходя из этого, в своих работах по истории математики он считал допустимым «подправлять» эту историю так, чтобы она совпадала с его взглядами на науку-математику.

Так, историческим казусом стал тот факт, что в его работе по истории математики и в написанном на её основе в 1954 году очерке по истории математики для студентов и школьников (см. цитату из него выше) среди почти четырёхсот имён выдающихся учёных, оставивших заметный след в развитии математики, упомянут не очень известный как математик Карл Маркс, дважды встречается фамилия самого автора очерка, но отсутствует имя создателя кватернионов Уильяма Гамильтона.

Согласно энциклопедическим справочникам, к важным научным достижениям А.Н.Колмогорова относится «создание школ и лабораторий: школы в теории вероятностей, теории функций, функциональном анализе и теории гамильтоновых систем; созданные школы определили развитие этих направлений математики в XX столетии»

(<http://nsportal.ru/ap/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/velikiy-matematik-ankolmogorov>).

В творческой биографии А.Н. Колмогорова отмечаются такие важные «вехи»: 1954 г. Работы, положившие начало КАМ-теории (Колмогорова – Арнольда – Мозера);

1965 г. Ленинская премия (совместно с В.И.Арнольдом) за работы по теории возмущений гамильтоновых систем (КАМ-теории: Колмогорова – Арнольда – Мозера).

В списке научных работ А.Н.Колмогорова имеется статья в «Докладах Академии наук СССР» под названием «О сохранении условно периодических движений при малом изменении функции Гамильтона // ДАН СССР. – 1954.- т. 98, № 4».

Так за кого же принимал А.Н.Колмогоров учёного, чьим именем названы «гамильтоновы системы», в исследовании которых он считался ведущим специалистом в стране? Конечно, А.Н.Колмогорову Уильям Гамильтон как математик был хорошо известен, и, вычёркивая его имя из истории развития математики, он сознательно пытался принизить значение его научных открытий, в первую очередь, создания исчисления кватернионов. Так что этим поступком

А.Н.Колмогоров дал своим преемникам и последователям урок научной недобросовестности.

Как видно, В.А.Садовничий не только неплохо усвоил этот урок, но сумел «поступить ещё круче». В его книге «Теория операторов» (изданной в 1979 году, а в 2004 году решением возглавляемого самим автором Учёного совета МГУ переизданной, стереотипно после 4-го издания 2001 года, в серии «Классический университетский учебник») не приведено никаких сведений об истории создания математической теории операторов, не показано ни одного примера её успешного практического применения, а в список литературы не включены работы (за исключением одной!) никого из многочисленных создателей этой теории, начиная с Л.Эйлера и Д.Бернулли и кончая профессором МГУ, лауреатом Ленинской премии, доктором физико-математических наук Б.М.Левитаном, преподававшим этот предмет Садовничему в бытность последнего студентом и рецензировавшим в 1973 году его первую работу по теории операторов.

В список литературы собственно по теории операторов, т.е. помимо учебников по математическому и функциональному анализу, внесена лишь статья в журнале «Успехи математических наук» М.В.Келдыша, который на момент защиты (1974 г.) Садовничим докторской диссертации, положенной в основу книги, оказался («случайно, как в кустах рояль») Президентом Академии наук СССР.

Заметим, что Б.М.Левитан, внёсший, в отличие от В.А.Садовничего, куда более заметный вклад в математическую теорию операторов («почти периодические функции Левитана», совместное с академиком И.М.Гельфандом решение обратной задачи восстановления дифференциального уравнения второго порядка по его спектральной функции и др.), так и не был избран в члены Академии наук ни в советское, ни в постсоветское время, чего, однако, легко добился В.А.Садовничий при президенте РАН Ю.С.Осипове, который продвинул его в 2008 году даже на пост вице-президента РАН.

Впрочем, умение налаживать хорошие деловые и личные отношения с людьми, занимающими высокие руководящие посты, всегда было отличительной чертой административного таланта В.А.Садовничего.

В 1991 году Ю.С.Осипову, ещё не успевшему придти в себя от выдвижения на пост президента РАН (с самого начала требовавшего от него максимальной концентрации внимания и сил, а, главное, срочного повышения общенаучной культуры, которой профессиональным математикам, из-за специфики предмета их науки и, соответственно, системы образования, как правило, не хватает), тут же последовали «заманчивые предложения, от которых невозможно отказаться». Первым оказалось предложение В.А.Садовничего, о чём он сам рассказал на общем собрании РАН 30 мая 2008 года, агитируя за переизбрание Ю.С.Осипова на пятый президентский срок

(<http://www.eifgaz.ru/iatcsh-22-23-2008.htm>):

«В 1991 году мне выпала честь, как я думаю, пригласить Юрия Сергеевича Осипова заведовать кафедрой Московского университета. Он получил однокомнатную квартирку в Университете и начал работать на кафедре,

которую возглавлял до этого Лев Семёнович Понтрягин» (заметим, что Ю.С.Осипову, как профессору МГУ, и до этого никто не препятствовал, в меру его сил и возможностей, вести научно-педагогическую работу в ведущем вузе страны).

Результатом другого предложения, от которого Ю.С.Осипову также было «невозможно отказаться», явилось его «самоназначение» на должность директора ведущего математического института РАН. За 13 лет пребывания в этой должности самыми заметными следами личного присутствия директора в Институте оказались его росписи в бухгалтерских ведомостях на получение зарплаты. Видимо, учитывая ценность этих росписей для будущих исследователей деятельности Ю.С.Осипова, в 2004-ом году ему был предложен (и от этого тоже было «невозможно отказаться») «спуститься на золотом парашюте» с должности директора Института на должность главного научного сотрудника, в коем состоянии он числится по сей день.

Справедливости ради, надо сказать, что на протяжении всех 22-х лет присутствия Ю.С.Осипова на посту президента РАН, научная и научно-педагогическая деятельность в научном и научно-образовательном учреждениях от его имени и под его именем всё-таки велась. Как в Институте РАН, так и на кафедре МГУ за двоих исправно трудился неизменный соавтор Ю.С.Осипова, вполне заслуженно удостоенный за это звания академика РАН.

Что касается профессора МГУ Б.М.Левитана, то некоторое объяснение его не столь блестящей, как у его ученика, научной карьеры, даёт следующий пример его деятельности. Будучи выпускником Харьковского университета (окончил в 1936 году, доктор физ.-мат. наук – в 1940 году, профессор – в 1941 году, участник Великой Отечественной войны), он в 1944—61 гг. работал в Артиллерийской Академии им. Ф.Э.Дзержинского в Москве, а с 1961 года перешёл на работу в МГУ, продолжая вести активную педагогическую деятельность в той же военной Академии (<http://ru.wikipedia.org/wiki/>).

Вероятно, в МГУ Б.М.Левитан был более скован «жёсткими канонами» преподавания математики студентам, чем в военной академии, где для будущих военных инженеров он организовал дополнительное факультативное обучение в математическом кружке, на занятиях которого по его заданию слушатели представляли и обсуждали доклады по перспективным направлениям развития математики. Так, автору этих строк, в бытность слушателем, а затем адъюнктом академии, посчастливилось быть участником кружка Б.М.Левитана и, в частности, изучив специальную литературу, подготовить и прочитать доклад по кватернионам, которые позднее, по совету и при поддержке Б.М.Левитана, использовать в диссертационной работе при решении задачи синтеза «широкополосных» сигналов (с произведением длительности на ширину спектра, значительно превышающим единицу) для радиотелеметрической системы ракетно-космического комплекса. В качестве члена Учёного совета академии Б.М.Левитан поддержал соискателя учёной степени и на состоявшейся в 1967 году защите диссертации по этой теме.

По соображениям секретности об этой стороне деятельности Б.М.Левитана руководство МГУ не извещалось, но лидеру математической школы МГУ

А.Н.Колмогорову о «подрывной», по его мнению, работе профессора МГУ за пределами университета, конечно, было известно, что, естественно, не вызывало с его стороны доверия и поддержки. К сожалению, В.А.Садовничий, возглавив МГУ, занял ту же позицию непримиримости ко всему «чужеродному», нарушающему сложившиеся традиции московской математической школы.

Однако, вернёмся к «классическому университетскому учебнику» В.А.Садовничего «Теория операторов». Как известно, в «смутные времена» карьеру успешнее делают мастера саморекламы. Вот что пишет в предисловии к своей книге «Теория операторов» (2004 г.) В.А.Садовничий:

«Уважаемый читатель! Вы открыли одну из замечательных книг, изданных в серии «Классический университетский учебник», посвящённой 250-летию Московского университета... Высокий уровень образования, которое даёт Московский университет, в первую очередь, обеспечивается высоким уровнем написанных выдающимися учёными и педагогами учебников и учебных пособий, в которых сочетается как глубина, так и доступность излагаемого материала. В этих книгах аккумулируется бесценный опыт методики и методологии преподавания, который становится достоянием не только Московского университета, но и других университетов России и всего мира. Издание серии «Классический университетский учебник» наглядно демонстрирует тот вклад, который вносит Московский университет в классическое университетское образование в нашей стране и, несомненно, служит его развитию... 250-летний юбилей Московского университета – выдающееся событие в жизни всей нашей страны, мирового образовательного сообщества. Ректор Московского университета академик РАН профессор В.А. Садовничий».

Мы позволим себе не согласиться с такой, по нашему мнению, явно завышенной, самооценкой. Поскольку В.А.Садовничий сам рекомендует своим сотрудникам, на случай оценки чужих работ, иметь под рукой «Толковый словарь русского языка», то и мы воспользуемся этим советом, чтобы высказать своё впечатление от его учебника.

В Толковом словаре Ушакова находим подходящее слово, вместе с пояснением его смысла:

«Всячина: смесь разнородных вещей; всё, что угодно, всё без разбора, что попало. Торгуется всячиной. Наговорили ему всякой всячины, а он и верит. Навалена в углу всякая всячина».

Посмотрим, насколько справедливо это в отношении учебника Садовничего.

В книге «Теория операторов» шесть глав. Две из них целиком, а ещё три частично, к названию (заявленному содержанию) книги прямого отношения не имеют, поскольку приводимый в них учебный материал излагается в других, самостоятельных курсах математического и функционального анализа, читаемых студентам как самим автором, так и, главным образом, другими педагогами. К двум упомянутым выше главам относятся: Глава I «Метрические и топологические множества» (сс. 7-66) и Глава VI «Обобщённые функции. Преобразование Фурье» (сс.354-375). К трём другим из упомянутых глав относятся: Глава II «Линейные пространства (сс. 67-124), Глава III «Теория

меры. Измеримые функции и интеграл» (сс. 125-172), а также первый параграф (сс. 173-200) Главы IV «Геометрия гильбертова пространства. Спектральная теория операторов».

В связи с этим возникает резонный вопрос: зачем было «отнимать хлеб» у коллег-педагогов? Разве были основания не доверять им самим решать вопросы обеспечения требуемого качества преподавания своего предмета, включая контроль над усвоением студентами учебного материала? Ну, а если в книгу всё-таки решено включить учебный материал, выходящий за рамки теории операторов, то и название учебника должно быть иным, более широким по содержанию.

Однако, остановимся на том, что в учебнике прямо относится к теории операторов. Согласно Предметному указателю (с. 381), на странице 16 учебника должно было появиться определение понятия оператора как такового, далее, на странице 28 – понятие непрерывного оператора, и только после этого вполне логично было сузить это понятие до понятия линейного оператора и приступить к рассмотрению тех 27-ми разновидностей, отличительных признаков и свойств линейных операторов, которые составляют основное содержание книги. Однако, в этой чёткой логической цепочке сразу же обнаруживается неувязка.

Вопреки Предметному указателю, на страницах 16 и 28 никаких сведений об операторах нет. Само слово «оператор» впервые появляется только на странице 73 – в определении линейного оператора. Поскольку общее определение понятия оператора в учебнике отсутствует, то и сама логика перехода к рассмотрению в учебнике одних только линейных операторов остаётся непонятной.

Далее, поскольку весь учебный материал, представленный в книге, не выходит за рамки понятия линейного оператора, то не следовало бы так и назвать учебник: «Теория линейных операторов»? Нет, этого делать не следовало, ибо в учебнике Садовниченко представлена лишь часть теории линейных операторов, причём, не лучшая её часть.

В определении линейного пространства, на котором основывается определение линейного оператора, предусматриваются только такие действия с векторами (элементами линейных пространств), как сложение векторов и их умножение на скалярные величины. О том, что возможны линейные операторы с полным набором арифметических действий над ними (в частности, с векторным делением), в учебнике даже не упоминается.

А, между тем, в учебник всё-таки включён параграф, в котором появляются (автором никак не объясняемые и поэтому кажущиеся какими-то «чужеродными вкраплениями») именно линейные операторы с векторным делением. Речь идёт о §3 (Главы IV) «Операторные уравнения. Аналитические функции и операторы». В пункте 2 этого параграфа приведена формулировка Теоремы Келдыша из статьи, которая включена в список литературы в конце учебника: Келдыш М.В. О полноте собственных функций некоторых классов несамосопряжённых линейных операторов. – УМН, 1971, т.26, вып. 4, сс. 15-41.

Приведём фрагмент из начальной части этой статьи:

«Следуя общепринятому определению, элемент $x(\lambda)$ гильбертова пространства $\mathfrak{H}$ мы будем называть аналитической функцией комплексного переменного λ в некоторой области D плоскости λ , если в каждой точке D отношение $[x(\lambda+h)-x(\lambda)]/h$ сильно сходится к некоторому пределу $x'(\lambda)$.

Ограниченный линейный оператор $A(\lambda)$ называется аналитической функцией λ в области D , если в каждой точке этой области отношение $[A(\lambda+h)-A(\lambda)]/h$ сходится по норме $\mathfrak{H}$ к некоторому пределу $A'(\lambda)$...

Мероморфные $x(\lambda)$ и $A(\lambda)$ допускают представления

$$x(\lambda)=x_1(\lambda)/f(\lambda), \quad A(\lambda)=A_1(\lambda)/F(\lambda),$$

где $f(\lambda)$ и $F(\lambda)$ – числовые аналитические в D функции, а $x_1(\lambda)$ и $A_1(\lambda)$ аналитичны в D ».

Как видим, у Келдыша векторные функции и операторы, в качестве аналитических функций комплексного переменного, делятся друг на друга, выходя за рамки приведённого на странице 73 (и далее нигде не уточняемого) определения линейного оператора, в котором такие действия с операторами не предусмотрены.

Именно здесь у автора учебника был резонный повод для того, чтобы расширить понятие линейного оператора, «разрешив» векторам и векторзначным функциям делиться друг на друга. Но это было бы для него «слишком крутым разворотом»,

Садовничий «преодолеывает» возникшее противоречие иначе. Он объявляет комплексные числа (с. 69), а вместе с ними и функции комплексного переменного (с. 264), скалярными величинами (тензорами нулевого ранга), чем окончательно запутывает общую концепцию книги.

В итоге, получается, что в пространстве R^2 (на вещественной плоскости) пара чисел, откладываемых по осям абсцисс и ординат, образует вектор, имеющий величину (модуль) и направление. А та же пара чисел, откладываемых по осям абсцисс и ординат на комплексной плоскости (в пространстве C), обладающая, помимо модуля и направления, ещё и свойством участвовать с другими такими же парами чисел во всех четырёх арифметических действиях (сложении, вычитании, умножении и делении), по непонятным причинам теряет право называться вектором.

Конечно, размерность гильбертова пространства может увеличиваться до бесконечности. Однако функции комплексного аргумента действуют и здесь в собственном (двухмерном) комплексном пространстве, наделённом алгеброй с векторным делением, К примеру, что представляет собой широко применяемое в учебнике умножение на сопряжённый вектор? Автор не объясняет его смысл, а ведь это – скрытая форма векторного деления, которое в векторно-тензорной алгебре отсутствует, а в алгебре комплексных чисел имеется.

Например, пусть x и y – векторы, а y^* – вектор, сопряжённый с y . Тогда $x/y=x \cdot y^*/\|y\|^2$, где $\|y\|^2$ – квадрат модуля вектора (скалярная величина). Так, если x – вектор мгновенной линейной скорости, а y – вектор радиуса кривизны в данной точке траектории, то частное от деления векторов x/y (на комплексной

плоскости или в трёхмерном векторном пространстве кватернионов) даёт вектор мгновенной угловой скорости в данной точке. В пространстве с вещественными осями координат процедура определения той же векторной величины будет далеко не столь же простой и математически корректной.

Помещая теорему Келдыша в свой учебник, В.А.Садовничий имел счастливую возможность на её примере продемонстрировать студентам действительную мощь изучаемого ими математического аппарата. Ведь на основе этой теоремы М.В.Келдыш в годы второй мировой войны получил два огромной важности практических результата, за которые был дважды удостоен Сталинской премии в 1942 и 1946 годах. Если в германской авиации катастрофы по причине флаттера крыльев и шимми колёс самолётов происходили регулярно, то в советской авиации, благодаря мерам, принятым по рекомендациям М.В.Келдыша, таковые были полностью исключены.

Показать студентам, как решал эти задачи Келдыш, означало бы дать им мощнейший стимул в овладении весьма перспективным инструментом научного исследования. Однако Садовничий ограничился лишь тем, что привёл формулировку теоремы Келдыша, не дав к ней никакого комментария, не раскрыв её важный практический смысл и, естественно, не научив студентов ею пользоваться.

Значит, научное знание, преподаваемое Садовничим – это «мёртвое знание», и не только для студентов, но и для него самого. В одном из интервью, посвящённом столетию со дня рождения М.В.Келдыша, В.А.Садовничий посетовал, что, до предела загруженный практическими работами по обеспечению обороноспособности страны и освоению космоса, М.В.Келдыш не имел времени для занятий фундаментальной наукой и даже не доказал свою знаменитую теорему. Ну, так Вы, уважаемый Виктор Антонович, не загружены подобной работой и уже получили высшее признание своей способности к научному творчеству, вот и доведите дело, начатое Келдышем, до логического завершения: докажите его теорему!

Нет, не докажет автор «классического университетского учебника» по теории операторов теорему Келдыша. Потому что учебник его, на самом деле, не классический, а точное его название (если убрать из него то, что прямого отношения к теории операторов не имеет) должно быть таким: «Векторно-тензорная теория линейных операторов». На основе такой теории задачи, успешно решавшиеся М.В.Келдышем, решить бы не удалось, как не удастся и доказать теорему Келдыша.

8. Задача о вращающемся волчке в кватернионах

Приступаем к рассмотрению тех «чудес», которые возникают вследствие вращений, однако получают, при условии применения адекватной методологии (открытых систем) и соответствующего математического аппарата (алгебр с делением), рациональное объяснение и точный количественный расчёт.

К первому из «чудес» мы отнесём вращающийся волчок, задача о котором была поставлена Л.Эйлером более 250-ти лет тому назад, но, по признанию

самых математиков (В.И.Арнольд), «в общем случае до сих пор не решена и в некотором смысле неразрешима».

«Неразрешимость» задачи возникает из-за попытки, вслед за Эйлером (см., например, «Механику» Ландау-Лифшица, сс.145-146) «для описания движения твёрдого тела ... пользоваться тремя координатами его центра инерции и какими-либо тремя углами, определяющими ориентацию осей движущейся системы координат относительно неподвижной системы».

Именно в этом и состоит главная беда методологии, оперирующей вращающимся волчком как замкнутой системой с шестью степенями свободы.

Существует некая историческая загадка в том, почему Л.Эйлер, будучи, по сути, уже знаком с более подходящим для описания вращений математическим аппаратом (получившим в середине XIX века название кватернионов), тем не менее, осуществил постановку задачи о вращающемся волчке (и сам безуспешно пытался решать эту задачу) в терминах редуцированного варианта этого аппарата, который в конце XIX века идейно оформился (не без влияния авторитета Эйлера) в самостоятельный раздел математики под названием векторной алгебры и на долгие годы вытеснил из теоретической физики породившее этот аппарат, как свою составную часть, исчисление кватернионов.

В действительности, никаких шести степеней свободы у вращающегося волчка нет. Быстрое вращение создаёт баланс центростремительных и центробежных сил, придающих плоскости вращения повышенную устойчивость в пространстве (гироскопический эффект) и подавляющих влияние на движение волчка моментов инерции (компонентов тензора инерции), определяемых до приведения волчка во вращение.

Однако, в уравнениях Эйлера (как и в выкладках математиков и физиков-теоретиков, повторяющих его ошибку) компоненты тензора инерции присутствуют именно в таком виде, будто волчок только «трогается с места», и ещё не ясно (по крайней мере, безразлично), вокруг какого направления в пространстве реально произойдёт его раскрутка.

Вслед за Эйлером теоретики игнорируют не только некоммутативность, но и принципиальную физическую разнородность трёх вращательных и колебательных движения волчка (основного – быстрого, медленного – прецессионного и промежуточного по скорости – нутационного), складывая и раскладывая их угловые скорости и моменты импульсов в виде проекций на оси декартовой системы координат по правилам сложения и разложения обычных линейных векторов.

Привяжем наши дальнейшие рассуждения к конкретной модели вращающегося волчка. При этом, рассмотрим предельное значение угла отклонения оси волчка (гироскопа) от вертикали, равное 90° , когда ось быстрого вращения горизонтальна (рис.1).

Принципиальную схему волчка представим в виде трёхмерной динамической системы, рабочая масса которой состоит из четырёх отдельных масс m , симметрично расположенных на расстояниях $\pm r$ от оси симметрии и начала координат O вдоль двух осей координат i, j и синхронно вращающихся вокруг третьей оси k с постоянной угловой скоростью ω . Иначе говоря, быстрое

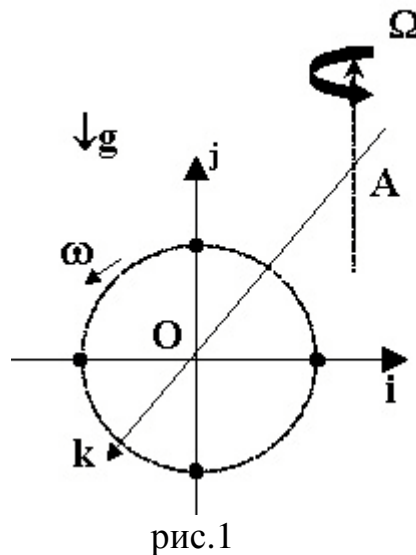
вращение рабочей массы в начальный момент времени происходит в плоскости (i, j). Неподвижную точку А (центр прецессионного вращения) разместим на оси быстрого вращения k на расстоянии $-R$ от начала координат. Взаимосвязи координат в трёхмерном векторном пространстве (i, j, k) будут подчиняться правилам кватернионного (некоммутативного) умножения:

$$ij=k; ji=-k; jk=i; kj=-i; ki=j; ik=-j; i^2=j^2=k^2=ijk=-1.$$

Движение четырёх рабочих масс (их векторы местоположения, скорости и ускорения), в неподвижной системе координат и в отсутствие внешнего воздействия (силы тяжести), будут описываться выражениями:

$$\begin{aligned} z_1 &= ir \exp(k\omega t), \quad z_2 = jr \exp(k\omega t), \quad z_3 = -ir \exp(k\omega t), \quad z_4 = -jr \exp(k\omega t), \\ z'_1 &= jr\omega \exp(k\omega t), \quad z'_2 = -ir\omega \exp(k\omega t), \quad z'_3 = -jr\omega \exp(k\omega t), \quad z'_4 = ir\omega \exp(k\omega t), \\ z''_1 &= -ir\omega^2 \exp(k\omega t), \quad z''_2 = -jr\omega^2 \exp(k\omega t), \quad z''_3 = ir\omega^2 \exp(k\omega t), \quad z''_4 = jr\omega^2 \exp(k\omega t). \end{aligned}$$

Последние четыре выражения представляют собой центробежные силы (приведённые к единичным массам), которые для масс m равны по модулю величине $m\omega^2 r$ и направлены противоположно своим антиподам – центробежным силам (совместно они создают внутренне напряжённую динамическую структуру). Реакцию данной динамической системы на внешнее воздействие нам предстоит качественно и количественно оценить.



Путём деления вектора линейной скорости на радиус кривизны (равный радиусу кругового вращения) убеждаемся, что в любой момент времени и для любой рабочей массы (следовательно, и для волчка в целом) вектор угловой скорости равен $k\omega$, т.е. имеет постоянное направление вдоль оси ординат k.

Как выразить математически реально существующую устойчивость вектора угловой скорости быстрого вращения волчка в пространстве? Поддержание устойчивого положения оси волчка в пространстве представляет собой не статический, а динамический процесс, который, однако, в неподвижной системе координат себя никак не проявляет, поскольку оказывается вырожденным. Поэтому реакцию волчка на внешнее воздействие следует рассматривать в жёстко связанной с телом (вращающейся вместе с ним) системе координат. Тогда внутренние центробежные и центробежные силы будут представляться неподвижными, а в математической записи внешнего силового

воздействия появится эйлеров экспоненциальный множитель «обратного вращения» $\exp(-k\omega t)$.

Если бы мы сразу захотели иметь решение задачи для всей траектории перемещения центра масс волчка, то должны были бы ввести в рассмотрение и второй эйлеров экспоненциальный множитель вращения, с заранее не известным параметром – угловой скоростью прецессии.

Чтобы упростить задачу, мы можем ограничиться рассмотрением движения центра масс волчка лишь в малой окрестности выбранной точки траектории. Тогда малые смещения центра масс по дуге окружности заменятся его малыми линейными перемещениями в касательной плоскости, а вращающий момент на входе динамической системы, отнесённый к величине плеча момента силы тяжести, заменяется силовым воздействием линейного вида, пропорциональным синусу угла наклона оси волчка к вертикали. Зная радиус прецессионного вращения, можно легко пересчитать найденное из решения уравнения движения линейное смещение центра масс волчка в величину угловой скорости прецессии.

Таким же приёмом упрощения кватернионных выкладок мы воспользуемся, когда потребуется рассмотреть прецессию волчка при произвольном угле наклона оси волчка к вертикали. Поскольку кватернионное умножение справа и слева оставляет проекции параметров движения волчка на вертикаль неизменными, то мы заранее эту часть кватернионных операций исключаем из рассмотрения и анализируем только горизонтальную составляющую динамических характеристик (так же, как это мы делаем для случая предельного значения угла наклона оси волчка, равного 90° , но только умножая плечо момента силы тяжести на синус угла отклонения оси волчка от вертикали).

Известен экспериментально установленный факт безынерционности прецессии волчка: есть внешний вращающий момент – есть прецессия, а с прекращением внешнего воздействия прецессионное движение немедленно прекращается. При постоянном по величине внешнем силовом воздействии скорость прецессии также постоянна.

Вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что дифференциальное уравнение прецессии волчка имеет первый порядок. Рассмотрим малое линейное отклонение центра масс волчка на величину α в плоскости, перпендикулярной оси волчка, и в произвольном направлении (для определённости – в положительном направлении оси абсцисс – оси i на рис.1). Во вращающейся системе координат, с началом в исходной нулевой точке, в результате указанного отклонения центр масс волчка начнёт описывать окружность радиусом α вокруг начала координат, с обратным направлением вращения по отношению к внешне наблюдаемому.

То, что в неподвижной системе координат выглядит как статичная устойчивость оси волчка в пространстве, во вращающейся системе координат представляется внутренним динамическим балансом импульсов, удерживающих центр масс волчка на постоянной круговой орбите. Математически это представляется выражением:

$$\alpha \exp(k\omega t) = \text{const.}$$

Дифференцируя это выражение по времени, получаем, в отсутствие внешнего воздействия, однородное дифференциальное уравнение устойчивого динамического равновесия системы в виде баланса линейных компонентов моментов сил, приведённых к единичному моменту инерции волчка относительно оси быстрого вращения:

$$d\alpha /dt + k\omega\alpha = 0.$$

Подадим на вход данной динамической системы единичный импульс в виде дельта-функции Дирака $\delta(t)$ и получим следующее неоднородное уравнение:

$$d\alpha /dt + k\omega\alpha = \delta(t).$$

Применяя функциональное преобразование Лапласа (для дельта-функции Дирака – преобразование Лапласа-Стилтьеса: Справочник по специальным функциям. – М.: Наука, 1979, сс. 809 и 816), находим решение этого уравнения:

$$\alpha(t)=\exp(-k\omega t).$$

Соответственно, при непрерывном воздействии силы тяжести (во вращающейся системе координат – с фазовым множителем обратного вращения), приводя вращающий момент, создаваемый земным притяжением, к единичному моменту инерции волчка относительно оси быстрого вращения, решаем задачу о прецессии вращающегося волчка при принятых выше исходных данных:

$$-k(da/dt) + \omega\alpha = -j(gR/\omega r^2) \exp(-k\omega t) \text{ (уравнение движения),}$$

$$\alpha = i(gRt/\omega r^2) \exp(-k\omega t) \text{ (решение).}$$

Как видим, в данном случае внутренний момент импульса динамической системы (в уравнении движения – приведённый к единичной массе и единичному радиусу вращения) распадается на два компонента, один из которых уравнивает внешнее силовое воздействие, не давая волчку «упасть», а второй, как обычно, реагирует на центростремительный «возвращающий» момент импульса и уравнивает его.

Перевод результата решения задачи в не вращающуюся систему координат осуществляется исключением из него множителя обратного вращения. После чего можно наглядно убедиться в том, что движение представляет собой именно прецессию, т.е. медленное вращение системы в горизонтальной плоскости (на рис.1 – в положительном направлении оси i) с постоянной угловой скоростью Ω : $\Omega=gR/\omega r^2$.

В случае произвольного угла наклона оси волчка к вертикали Θ , с уменьшением плеча момента силы тяжести происходит уменьшение угловой скорости прецессии пропорционально синусу указанного угла наклона:

$$\Omega = gR \sin\Theta/\omega r^2.$$

Если искусственно (в ограниченных условиях задачи пределах) увеличить внешний вращающий момент в вертикальной плоскости, то угловая скорость прецессии соответственно возрастёт. При наличии прецессии (в отличие от свободного вращения волчка) внешнее воздействие в виде кратковременного импульса, из-за фазового сдвига на 90 градусов между направлениями внешнего силового воздействия и вызываемого им движения, дополнительное движение волчка приобретает характер незатухающего кругового движения центра

рабочей массы вокруг точек траектории регулярной прецессии как мгновенных центров третьего вращения, называемого нутацией.

Угловую скорость нутации W (при горизонтального расположения оси волчка) можно найти, разделив ускорение свободного падения на вызываемую силой тяжести линейную скорость прецессии (для заданной конструкции, или принципиальной схемы, прецессирующего волчка):

$$W = g / \Omega R = \omega r^2 / R^2, (R \gg r).$$

Заметим, что в данном случае движение центра масс происходит по поверхности равного гравитационного потенциала, без какого-либо накопления внутренней энергии или импульса системы. Тем не менее, основные признаки резонансного процесса – фазовый сдвиг на 90° выходной реакции относительно входного воздействия и линейный во времени рост результирующего углового смещения оси волчка (гироскопа) – налицо.

Обратим также внимание на важную особенность волчка (далее – также гироскопа) как интегратора входного воздействия: внешний вращающий момент $-j4mgR$ преобразуется в линейно возрастающую во времени фазу Ωt поворота оси гироскопа. А что произойдёт при возникновении непреодолимой преграды прецессионному движению? В этом случае выходной вращающий момент в отражённом виде (со сменой знака направления воздействия на противоположный) возвращается в систему в виде нового входного воздействия $-i4mgR\Omega t$. Последнее интегрируется, при наличии свободы вертикального перемещения гироскопа, в движение вращающейся массы с угловым ускорением gR/r^2 , означаящим при $R=r$ свободное падение с линейным ускорением g .

Этот результат решения в кватернионах задачи о волчке теоретически обосновывает наблюдаемый в экспериментах эффект утраты вращающейся массой гироскопических свойств при возникновении препятствия на пути прецессии. В более широком плане, это подсказывает путь раскрытия «тайны», почему силы трения и сопротивления внешней среды связаны с первой производной, а силы инерции – со второй производной по времени от перемещения массы. Всё определяет физический смысл тех или иных видов связей в веществе на молекулярном уровне. Так, в газовой, жидкой среде и в пограничных слоях твёрдых тел вращающиеся микроволчки свободно прецессируют, выполняя однократное интегрирование внешних воздействий. При этом возникают силы сопротивления, пропорциональные первой производной по времени от перемещения физического объекта. Когда же вращающимся микроволчкам становится «тесно» настолько, что они начинают препятствовать прецессии друг друга, они вынужденно становятся двойными интеграторами внешних воздействий. Так возникает локальный, а затем и общий для данного физического тела, эффект наличия массы со свойством инерции, отвечающим второму закону Ньютона.

Естественно, при более сложной конфигурации динамической системы появляется возможность, наряду с функцией уравнивания внешнего воздействия, обеспечивать приток извне и накопление энергии в самой динамической системе. В этом отношении трёхмерная гравитационно-

резонансная система открывает новые и весьма широкие возможности для изобретательского и конструкторского творчества.

9. Вращение – источник квантовых эффектов

«И всё-таки она вертится!» –
приписываемое Галилею утверждение о
Земле – верное для любой микрочастицы.

К числу наиболее характерных «чисто квантовых эффектов» обычно относят:

- 1) корпускулярно-волновой дуализм элементарных (т.е. считающихся неделимыми) частиц, проявляющийся, к примеру, в виде интерференционных картин на экране после их прохождения через узкие щели;
- 2) дискретность значений (квантованность) динамических характеристик микрочастиц, таких как энергия, собственный момент импульса (спин) и др.;
- 3) «запутанность» (спутанность, сцепление) двух или большего количества объектов разнесенных в пространстве, при котором измерения, проводимые над одним объектом, оказывают мгновенное воздействие на «запутанные» с ним.

Всем знакома криволинейная траектория закрученного футбольного мяча, смещающегося в направлении вектора линейной скорости в той части его поверхности, которая встречается с набегающим потоком воздуха. Если такой мяч встречается с твёрдой преградой (штангой), то угол падения на твёрдую поверхность не равняется углу отражения, а направление отскока изменяется «в сторону вращения», подобно деривации (отклонению от плоскости стрельбы) вращающейся пули или артиллерийского снаряда. Сопоставьте это явление с процессом прохождения потока микрочастиц через щель, и загадка интерференционных картин на экране за щелью легко разрешится.

С квантованностью динамических характеристик микрочастиц дело обстоит сложнее. В задаче о вращающемся волчке мы видели, что, благодаря возникающей отрицательной обратной связи между выходом и входом динамической системы, которая чётко фиксируется в уравнении движения волчка, прецессионное движение, полностью компенсирует входной вращающий момент, создаваемый силой тяжести. Но это происходит уже после того, как прецессия началась. А ведь если попытаться повернуть ось или плоскость вращения быстровращающегося велосипедного колеса за его втулку, то колесо окажет встречное сопротивление этой попытке даже тогда, когда прецессия ещё не началась. Значит, само вращение создаёт ещё один механизм отрицательной обратной связи, действующий подобно известной «инерции покоя», которая затрудняет первоначальный сдвиг с места любого предмета, «сцеплённого» с другими предметами, при приведении его в поступательное движение.

В задаче о волчке мы рассмотрели выше два варианта действия механизма обратной связи, создаваемой самим вращением. В первом случае, когда препятствия для прецессии нет, отрицательная обратная связь удерживает центр тяжести волчка от падения. Во втором случае, когда на пути прецессионного вращения возникает препятствие, проинтегрированный входной вращающий момент отражается от препятствия и возвращается на вход динамической

системы уже в виде положительной обратной связи, поддерживающей падение центра масс волчка с ускорением свободного падения (по крайней мере, в начальный момент времени, пока направления действующих сил не изменились)

Однако есть и третий вариант развития того же динамического процесса, но при иных начальных условиях. Если входное силовое воздействие слишком мало для того, чтобы инициировать прецессию, то волчок производит повторное интегрирование выходного вращательного момента, возвращая его на вход динамической системы со сдвигом по фазе 180° и таким образом полностью нейтрализуя результат его воздействия. Именно таким образом гироскопы хорошего качества удерживают положение оси (или плоскости) своего вращения в пространстве, «не реагируя» на малые «шумовые» помехи.

Барьер, разделяющий указанные виды обратной связи в микроволчках, и есть искомый «шаг квантования» их динамических характеристик. То, что этот «шаг» удаётся выразить некой константой (постоянной Планка) свидетельствует о том, что исследования микромира вышли на такой уровень «элементарности» его объектов, когда «строительный материал» для них приобретает вид «однотипных кирпичиков».

Наконец, явление «запутанности» микрочастиц требует признания их некими «фабриками» по непрерывному производству из окружающего хаоса и беспорядочных столкновений энергии, во-первых, поддерживающей внутренне вращение, а, во-вторых, излучаемой в виде сигналов с упорядоченной совокупностью резонансных частот, отвечающих их внутренней структуре и позволяющей «узнавать» на больших расстояниях присутствие «спутанных» с ними микрообъектов. Естественно, никакой мистики для объяснения таких явлений не требуется.

Особо следует сказать о неспособности (и даже нежелании) современной теоретической физики найти разумное объяснение эффекту притяжения (гравитации) физических объектов как мире микрочастиц, так и на макроуровне.

Каким же образом, при происходящих повсюду, на всех уровнях мироздания, процессах столкновений и отталкиваний тел и частиц друг от друга, тем не менее, возникает и даже приобретает статус «всемирного закона» прямо противоположное явление – взаимного притяжения тел и частиц?

Заглянем в Энциклопедию «Элементы Большой Науки» (статья «Квантовая хромодинамика»), пытающуюся дать научно-популярное объяснение этого феномена (<http://elementy.ru/trefil/85>):

«Согласно стандартной модели — лучшей на сегодняшний день теории строения материи, — кварки, объединяясь, образуют всё многообразие элементарных частиц, из которых, в свою очередь, состоят ядра атомов. Взаимодействие между кварками описывает теория квантовой хромодинамики (сокращенно КХД). В соответствии с этой теорией кварки взаимодействуют друг с другом, обмениваясь особыми частицами — глюонами. В обычной ньютоновской физике любая сила — это либо притяжение, либо отталкивание, изменяющее характер движения тела. Но в современных квантовых теориях сила, действующая между элементарными частицами, интерпретируется несколько иначе. Считается, что сила возникает в результате того, что две

частицы обмениваются третьей. Приведём следующую аналогию. Представьте себе пару фигуристов на катке, едущих друг другу навстречу. Приблизившись, один из них вдруг выплёскивает на другого ведро воды. Тот, кто выплеснул воду, от этого затормозит и изменит направление движения. И тот, кто получил порцию воды, также затормозит и изменит направление. Таким образом, “обменявшись” водой, оба фигуриста изменили направление движения. Согласно законам механики Ньютона, это означает, что между фигуристами произошло силовое взаимодействие. В приведённом примере нетрудно увидеть, что эта сила возникла из-за (или, как сказали бы физики, передалась “через” или “посредством”) обмена водой. Все современные теории стремятся описывать силовые взаимодействия именно в терминах обмена частицами. Их называют калибровочными теориями, и они основаны на идеях симметрии и инвариантности в системе частиц и полей... Взаимодействие между кварками осуществляется посредством восьми разновидностей частиц, называемых глюонами (от английского glue – “клей, клеить”; глюоны как бы “склеивают” кварки между собой). Именно они выступают в роли вёдер с водой, если вернуться к аналогии с фигуристами» (конец цитаты).

Иногда теоретики выбирают иные, более приятные для участников экспериментов, чем ведро воды, предметы для объяснения смысла силового обмена в природе и технике (к примеру, бутылка Шампанского – «от нашей лодки вашей лодке»). Но сути дела это не меняет: обмен любыми предметами способен вызвать только взаимное отталкивание, но никак не притяжение физических объектов друг другу. Итак, мы имеем дело с типичным «чисто квантовым эффектом».

Прекрасную иллюстрацию того, как «сочиняется» на основе релятивистских постулатов так называемая современная теория гравитации, в своё время дал сам «великий сочинитель» Эйнштейн (Виккерт Й. Альберт Эйнштейн, сам свидетельствующий о себе и о своей жизни. – Пермь: изд. «Урал LTD», 1999, сс. 267-268):

«Я предпочёл установить для изображения всей физической реальности предварительные формальные рамки. Это было нужно для того, чтобы иметь возможность исследовать, хотя бы предварительно, пригодность основной идеи общей теории относительности. Происходило это так.

В теории Ньютона можно записать в качестве закона для поля тяготения уравнение $\Delta\phi=0$ (уравнение Лапласа, ϕ – потенциал тяготения), которое должно выполняться в таких местах, где плотность ρ материи равна нулю. В общем случае следовало бы положить $\Delta\phi=4\pi k\rho$ (уравнение Пуассона).

В релятивистской теории поля тяготения на место $\Delta\phi$ становится R_{ik} (риманов тензор кривизны). В правую часть мы должны тогда поставить вместо ρ тоже тензор. Так как мы из частной теории относительности знаем, что (инертная) масса равна энергии, то в правую часть надлежит поставить тензор плотности энергии, точнее, полной плотности энергии, поскольку она не принадлежит чистому полю тяготения. Мы приходим, таким образом, к уравнению поля вида $R_{ik} - \frac{1}{2}g_{ik}R = -T_{ik}$.

Второй член в левой части добавлен из формальных соображений, а именно: левая часть написана так, что её расходимость в смысле абсолютного дифференциального исчисления тождественно равна нулю. Правая часть включает в себя всё то, что не может быть пока объяснено в единой теории поля» (конец цитаты).

Назвать такую теорию гравитации не только точной наукой, но и вообще наукой, конечно, нельзя. Но неужели в нашей сегодняшней практике нет чётких ориентиров для построения настоящей теории гравитации, а не халтурных и авантюрных подделок под неё?

Конечно, в реалиях нашей жизни и практики феномен смены отталкивания притяжением и наоборот существует и находит своё разумное объяснение. Достаточно привести пример о взаимодействия двух линейных, параллельных друг другу, проводников с электрическим током. Если токи в проводниках направлены навстречу друг другу – между ними фиксируется взаимное отталкивание. При смене направления тока в одном из проводников на противоположное – наблюдается эффект взаимного притяжения проводников. Что лежит в основе этого явления?

Возможность математически строгого объяснения и описания этого феномена существует со времён Леонарда Эйлера. Пользуясь его знаменитой формулой для экспоненциальной функции мнимого аргумента, мы можем оперировать фазовым множителем вращения $\exp(i\omega t)$ для описания не только вращений, но и для определения реакции вращающихся тел на постоянное по направлению внешнее гравитационное воздействие.

Определим результат взаимодействия двух вращающихся в одной плоскости, но разнесённых в этой плоскости на определённое расстояние, объектов. Когда на вращающееся тело действует постоянная по величине и направлению сила или, наоборот, на неподвижное тело действует вращающаяся (обращающаяся вокруг него) сила, то наблюдается фазовый сдвиг в 90° между направлениями внешней силы и скорости тела. Каким же будет эффект взаимодействия двух вращающихся тел или микрочастиц (не обязательно при непосредственном контакте друг с другом, а, возможно, и посредством создаваемых ими во внешней среде возмущений)?

Практический ответ на этот вопрос даёт наблюдаемый результат взаимодействия проводников с током. А теоретически этот эффект описывается произведением двух эйлеровых фазовых множителей вращения, по одному на каждый объект, возможно, с различными по величине угловыми скоростями, например, $\exp(i\omega t)$ и $\exp(i\omega' t)$.

Выше уже отмечалась специфическую особенность наложения двух вращений друг на друга. В данном случае необходимо вычислить произведение двух фазовых множителей вращения, принадлежащих разнесённым на некоторое расстояние вращающимся объектам. Полагаем, что точка встречи силовых воздействий объектов находится на их периферии, т.е. находится на поверхности одного или другого объекта, но ни в одном из центров вращений. Тогда линейные скорости в точке встречи будут либо совпадать по направлению либо быть встречно направленными, в зависимости от противоположной

направленности или сонаправленности осей вращений силовых воздействий (о том, как вращающиеся микрообъекты совмещают свои плоскости вращений, разговор будет ниже).

Итак, имеем два варианта произведения-сцепки двух фазовых множителей вращения (с однонаправленными и противоположно направленными осями вращения), для которых мы введём соответствующие обозначения в виде функций времени:

$$u(t)=\exp(i\omega t)*\exp(i\omega t),$$

$$q(t)=\exp(i\omega t)*\exp(-i\omega t).$$

Найдём направления импульсов и сил, возникающих при данном виде взаимодействия (имея в виду, что дифференцирование сомножителей в данном случае осуществляется, в соответствии с физическим смыслом происходящего процесса не совместно, а по отдельности):

$$du/dt=(i\omega)(i\omega)\exp(i\omega t)*\exp(i\omega t)=-(\omega^2)u(t).$$

$$d^2u/dt^2=(-\omega^2)(-\omega^2)\exp(i\omega t)*\exp(i\omega t)=\omega^2\omega^2u(t),$$

$$dq/dt=(i\omega)(-i\omega)\exp(i\omega t)*\exp(-i\omega t)=(\omega^2)q(t),$$

$$d^2q/dt^2=(-\omega^2)(-\omega^2)\exp(i\omega t)*\exp(i\omega t)=\omega^2\omega^2q(t).$$

Как видим, при периферийном (т.е. не на нулевом расстоянии от центров вращений) взаимодействии двух вращающихся объектов, в случае совпадения направлений осей вращения имеет место фазовый сдвиг в 180° между возникающими в ходе взаимодействия импульсами и силами, а это и означает притяжение объектов друг к другу, тогда как при противоположных направлениях осей вращения действующие силы и возникающие при этом импульсы остаются сонаправленными, т.е. адекватными одномерной ньютоновой механике.

Заметим, что в одномерной механике (согласно интуитивно открытому, но до сих пор не имеющему убедительного обоснования, второму закону Ньютона) движение, т.е. изменение координаты и скорости материальной точки или центра масс тела с определённым ускорением, происходит в направлении внешнего воздействия.

Если же в движении принимают участие иные силы (помимо силы инерции, пропорциональной второй производной от координаты по времени) или вращающие моменты сил, то между внешним воздействием и реакцией динамической системы возникают сдвиги по фазе, для адекватного описания которых необходимо соответствующее обобщение механики Ньютона (но никак не её опровержение, как это пытаются представить деятели «официальной» науки).

Если рассматривать такие динамические процессы на плоскости и в трёхмерном пространстве не с помощью векторной алгебры на тензорной основе, а применяя адекватный математический аппарат алгебр с векторным делением, то появляется возможность успешно решать задачи, связанные с безпорным движением и гравитационной энергетикой (см., например, Эткин В.А. Энергодинамика. – СПб.: Наука, 2008), как и раскрывать другие тайны Природы.

Не вдаваясь в подробности, тезисно выскажем следующие два положения:

1. В поисках источника энергии, за счёт которого инициируются, а затем непрерывно «подзаряжаются» вращательные движения на всех уровнях физического мира, мы не находим более подходящего кандидата на эту роль, чем силы гравитации.

2. Взаимодействие вращающихся объектов, включая их обращение вокруг других объектов под действием сил гравитации, происходит по специфическим законам, с фазовыми сдвигами между направлениями ускорений и скоростей (или между направлениями действующих сил и сообщаемых ими импульсов).

Некоторое представление о том, как вращающиеся объекты в ходе взаимодействия самопроизвольно приводят свои оси и плоскости вращений к параллельным направлениям, даёт известное мнемоническое правило Н.Е.Жуковского

(<http://www.teoretmech.ru/dinamika9.html>):

«...гироскопические силы стремятся совместить момент импульса гироскопа с направлением угловой скорости вынужденного поворота».

Подобное поведение вращающихся волчков, а таковыми, по сути, являются все объекты микромира, отчасти объясняет, почему, в отличие от возможности одновременного присутствия в физических процессах разноимённых электрических зарядов, мы лишены возможности непосредственно наблюдать явление гравитационного отталкивания (антигравитации).

Рассматривая взаимное притяжение тел как результат взаимодействия вращающихся микрообъектов посредством передачи ими во внешнюю среду возмущений, копирующих их собственное вращательное движение, мы находим в этом явлении чёткий физический смысл и, тем самым, освобождаем теорию гравитации от всякой мистики. При этом, вид уравнений движения гравитирующих объектов чётко укладывается в обобщение ньютоновой механики на основе применения математического аппарата алгебр с делением.

После вышесказанного, идеи безопорного движения и гравитационной энергетики уже не должны выглядеть ни «слишком неправдоподобными», ни, тем более, «лженаучными». Здесь будет к месту сказать, что в 1997 году на поданную мною в государственное патентное ведомство заявку № 97111689/06 на предполагаемое изобретение «Способ получения и использования гравитационной энергии в форме движения рабочей машины, транспортного средства или летательного аппарата» с приоритетом от 15 июля 1997 года, последовало категорическое «отказное» решение. А ныне подобные предложения одно за другим патентуются за рубежом. Вопрос: когда начнём на этом направлении догонять развитые страны?

10. Заключение

Уже не одно десятилетие учёные бьются над разрешением проблемы «великого объединения» – описания с единых позиций четырёх так называемых «фундаментальных» взаимодействий в природе: гравитационного, электромагнитного; сильного и слабого.

Представляется, что одной из причин неудачи в этой работе явился не надлежащий учёт такой присущей всем указанным выше взаимодействиям формы движения, как вращение.

Впрочем, исправить это положение ещё (или даже никогда) не поздно. Выбор адекватной методологии (открытых систем) и соответствующего этой методологии математического аппарата (алгебр с векторным делением) даёт шанс вывести научные исследования не только в этом, но и в других перспективных направлениях на качественно более высокий уровень и, таким образом, добиться новых и практически важных результатов.

11. Литература

- Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – 3-е изд. – М.: Наука, 1989.
- Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики. — М.: ВИНТИ, серия «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления», т.3, 1985.
- Виккерт Й. Альберт Эйнштейн, сам свидетельствующий о себе и о своей жизни. – Пермь: изд. «Урал LTD», 1999.
- Кантор И.А., Солодовников А.С. Гиперкомплексные числа. – М.: «Наука», 1973.
- Келдыш М.В. О полноте собственных функций некоторых классов несамосопряжённых линейных операторов. – «Успехи математических наук», 1971, т.26, вып. 4, сс. 15-41.
- Колмогоров А.Н. Математика. Исторический очерк. – М.: Анабасис, 2006.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. Пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. I. Механика. – 5-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
- Петров А.М. Гравитационно-резонансные “вечные двигатели” в природе и технике: математическое описание, возможные технические решения для систем наземного и космического применения, расчёт эффективности. – М.: Компания Спутник+, 2001. – 58 с.
- Петров А.М. Макроэффекты пространственной локализации, переноса на расстояние и резонансного накопления гравитационной энергии. – М.: Компания Спутник+, 2002. – 59 с.
- Петров А.М. Гравитация: методологическая адекватность теории открывает доступ к новому виду энергии на практике. A.Pétrov. Gravitation: l'adéquation méthodologique de la théorie ouvre l'accès à la source énergétique nouvelle en pratique. – М.: Компания «Спутник+», 2003. – 119 с.
- Петров А.М. Векторная и кватернионная парадигмы точных наук. – Компания «Спутник+», 2005. – 14 с.
- Петров А.М. Гравитация и кватернионный анализ. – 3-е изд. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 52 с.
- Петров А.М. Гравитационная энергетика в кватернионном исчислении. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 16 с.

- Петров А.М. Кватернионное представление вихревых движений. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 32 с.
- Петров А.М. Кватернионные тайны космоса. – М.: Компания Спутник+, 2007. – 62 с.
- Петров А.М. Открытое письмо учёным-математикам по поводу методологического кризиса теоретической физики. – Москва, Компания Спутник+, 2007. – 15 с.
- Петров А.М. АнтиЭйнштейн: Переворот в науке, произведённый г-ном Альбертом Эйнштейном. – М.: Компания Спутник+, 2008. – 34 с.
- Петров А.М. К проблеме аксиоматической адекватности описания движения в физическом пространстве. Методические заметки. – М.: Компания Спутник+, 2008. – 48 с.
- Петров А.М. К теории инерциоидов, гироскопов, вихрей и ... *perpetuum mobile*. – М.: Компания Спутник+, 2009. – 46 с.
- Петров А.М. Реактивная динамика открытых систем (резонанс, вихреобразование, гироскопия, электромагнетизм). – М.: Издательство «Спутник +», 2010. – 52 с.
- Петров А.М. «В чём был неправ Эйлер». Международный научный конгресс «Фундаментальные проблемы естествознания и техники», 23-28 июля 2012 года. Доклад на пленарном заседании 23.07.2012. Сборник трудов Конгресса-2012. Серия «Проблемы исследования Вселенной». Выпуск 35. Часть 2, сс. 29-72. – СПб: Международный клуб учёных, 2012.
- Петров А. Сборник научных статей. Интернет-форумы, 2011-2012 годы..– Изд-во LAP Lambert Academic Publishing (2013-01-07). – 580 с.
- Петров А.М. Заявка № 97111689/06 на предполагаемое изобретение «Способ получения и использования гравитационной энергии в форме движения рабочей машины, транспортного средства или летательного аппарата» с приоритетом от 15 июля 1997 года (архив Роспатента).
- Садовничий В.А. Теория операторов: Учеб. для вузов с углублённым изучением математики. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004.
- Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами. Под ред. М.Абрамовица и И.Стиган. – М.: Наука, 1979.
- Фейнман Р.Ф., Лейтон Р.Б., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. Современная наука о природе. Законы механики. Изд.5-е. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007.
- Шпигельман М. Эллипсы, параболы и гиперболы в совмещённых полярно-декартовых координатах. – М.: 2006.
- Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). – СПб.: Наука, 2008.