А.М. Петров

Открытое письмо учёным-математикам по поводу методологического кризиса теоретической физики

Компания Спутник+

Москва 2007

А.М. Петров

Открытое письмо учёным-математикам по поводу методологического кризиса теоретической физики

КОМПАНИЯ СПУТНИК+

Москва 2007

ББК 22.31
П 30

Петров А.М.

П 30 Открытое письмо учёным-математикам по поводу методологического кризиса теоретической физики. – М.: Компания Спутник+, 2007. – 15 с.

ISBN 978-5-364-00809-1

Показана неадекватность векторно-тензорной алгебры, составляющей методологическую основу современной теоретической физики, в решении актуальных научно-технических проблем. В качестве альтернативы рассматривается алгебра кватернионов, приводится пример её эффективного практического применения.

ББК 22.31

Отпечатано с готового оригинал-макета автора.

Отзывы и пожелания просьба отправлять по адресу:
petrov700@gmail.com

ISBN 978-5-364-00809-1

Ректору МГУ им. Ломоносова В.А.Садовничему, членам Учёного совета МГУ – математикам

Уважаемый Виктор Антонович!
Уважаемые господа!

Не получив ответа на письма от 28.10.05 и 12.07.07 в адрес ректора МГУ с приложенными к ним шестью брошюрами-монографиями, посчитал необходимым настоящим письмом привлечь внимание более широкого круга профессиональных математиков (составляющих более трети состава Учёного совета прославленного вуза. 41 человек из 121, - что позволяет надеяться на авторитетный и квалифицированный отклик) к математическому аспекту той проблемы, которая в упомянутых монографиях рассматривается с научно-технической (прикладной для математики) стороны.

К техническим наукам имею отношение с 60-х годов (учёная степень к.т.н. 1967 года, учёное звание с.н.с. 1986 года), хотя до конца 80-х, будучи занят работами по закрытой тематике, с применением сколь-нибудь сложного математического аппарата не сталкивался. Из прежних своих открытых публикаций могу назвать лишь Авторское свидетельство на изобретение №313304 в Государственном реестре изобретений СССР от 2 июня 1971 года, Бюллетень Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР № 26 за 1971 год, и научную статью в соавторстве в журнале «Известия вузов. Приборостроение. Том 15. № 12. 1972».

Математикой плотнее пришлось заняться в 90-е годы при изучении возможностей создания принципиально новой техники, а именно энергетических установок, транспортных средств и летательных аппаратов типа гравитационных «вечных двигателей», «гравилётов» и т.п. Подобные идеи активно обсуждались в научно-популярной литературе и широкой прессе (со ссылками на обнадёживающие результаты экспериментов), однако, не подкрепляемые солидным теоретическим обоснованием, признания и поддержки со стороны официальной науки не находили.

Ознакомление с научной литературой показало, что для доведения таких разработок до уровня конкретных количественных расчётов физики-теоретики (не говоря уже об изобретателях и инженерах-практиках) адекватным математическим аппаратом не располагают. И не потому, что такой аппарат не придуман (не изобретён, не открыт). Просто в один из критических моментов развития науки (если быть точным, то на рубеже XIX-XX веков) математики и физики, в пылу острой дискуссии о том, какой математический аппарат следует считать наиболее перспективным и базовым для дальнейшего развития и использования (в физических исследованиях, при подготовке специалистов и в общей системе образования), с бескомпромиссностью, свойственной революционной эпохе, ...«с водой выплеснули ребёнка».

В «старых добрых традициях» человечества (состоящих в том, чтобы на пути к высокой цели периодически спотыкаться и ударяться в крайности) теоретико-методологический аппарат проигравшей в дискуссии стороны (вместе с содержавшимся в нём «рациональным зерном») на долгие годы (десятилетия и *целое столетие) был предан игнорированию и забвению. Теперь приходит пора «пожинать плоды».*

Однако нынешнее поколение физиков-теоретиков предпочитает «ничего не знать» о случившемся более столетия назад и не затрудняет себя осознанием того, что не востребованным остаётся значительный пласт математической культуры, который надлежало бы актуализировать в тех случаях, когда традиционный аппарат исследований обнаруживает свою слабость или даже полную несостоятельность. Исследователи, уже по инерции мышления, не считают для себя обязательным доискиваться до физического смысла необычных (не укладывающихся в стандартные схемы) свойств изучаемых объектов, устанавливать действительные источники и причины наблюдаемых явлений с тем, чтобы описывать физическую реальность адекватными количественными моделями, обращая скрытые, нередко разрушительные, силы природы в созидательные. Традиционной для современной теоретической физики стала пассивно-созерцательная позиция учёного, сводящего свою задачу к качественно-описательной интерпретации результатов наблюдений и экспериментов с постулированием этой интерпретации в качестве объективной, а фактически так и не познанной, закономерности.

Подтвердим справедливость вышесказанного примером «классической» математической теории «классического» объекта, в разных видах и формах встречающегося на всех уровнях мироздания и широко применяемого в технике. Ввиду широкой распространённости и общеизвестности данного объекта (по крайней мере, каждый физик-теоретик в студенческие годы сдавал по нему экзамен или зачёт), правомерно будет оценку качественного уровня этой теории соотнести с нынешними достижениями тех естественных и технических наук, которые практически используют или принимают в расчёт её выводы и рекомендации.

*Итак, для примера возьмём простой и «теоретически освоенный» объект – детский волчок или гироскоп (для математической физики продолжающий представлять интерес как «испытательный полигон» для отработки вопросов вихревой динамики, эфиродинамики и т.п.). Посмотрим, как этот объект описывается в фундаментальном энциклопедическом издании «Математическая физика».**

Первое (очевидное) свойство гироскопа:

«Если момент M_O сил, приложенных к ротору относительно точки O (центра тяжести, совпадающего с центром карданова подвеса) равен нулю, то такой гироскоп сохраняет направление оси симметрии в инерциальном пространстве независимо от характера движения основания, на котором он установлен».

Ознакомимся с математической моделью, призванной количественно описать это явление и дать возможность предсказывать поведение гироскопа при иных начальных условиях:

«Все фигурирующие ниже векторы рассматриваются в некоторой *инерциальной системе отсчёта*. Пусть вектор *e* – единичный вектор оси динамической

---

* Математическая физика. Энциклопедия. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998, сс.141-142.

симметрии тела, C – момент инерции тела вокруг этой оси (полярный момент инерции), A – момент инерции тела вокруг любой оси, перпендикулярной оси динамической симметрии (экваториальный момент инерции), J – тензор инерции тела…

Мгновенная угловая скорость тела Ω, а также момент приложенных к телу внешних сил N представимы разложениями по собственным векторам тензора инерции:

$$\Omega=\omega_0 e+\omega \quad (\omega e=0).$$
$$N=n_0 e+n \quad (ne=0).$$

Момент количества движения тела равен

$$K=J\Omega=J(\omega_0 e+\omega)=C\omega_0 e+A\omega=He+A\omega,$$

где через He обозначен так называемый собственный кинематический момент гироскопа (H - его модуль).

Уравнения динамики гироскопа имеют вид

$$\dot{H}e+H\dot{e}+Ae\times\ddot{e}=n_0 e+n\,.$$

Они могут быть представлены в виде

$$\left.\begin{aligned}\dot{H}&=n_0\,,\\ Ae\times\ddot{e}+H\dot{e}&=n\,.\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

…Приведённые уравнения определяют фазовое состояние гироскопа, выражаемое переменными H, e, $\dot{e}$, т.е. величиной собственного кинетического момента, единичным вектором его направления и скоростью изменения этого вектора».

Такова квинтэссенция математической теории гироскопа. В основу теории положен аппарат векторной алгебры, определяющий вид символических обозначений, системы отсчёта, уравнений движения. Заметим, что специфика гироскопа на этапе постановки задачи ничем себя не проявляет: перед нами обычная (с точки зрения теоретической механики) динамическая система. Специфику предполагается выявлять путём подстановки в уравнения движения конкретных начальных условий и анализа получаемых решений.

Однако прежде чем находить и анализировать решения, обратим внимание на содержательную сторону самой постановки задачи, осуществлённой с таким «математическим произволом», который ставит под сомнение корректность результатов анализа.

Начнём с первого тезиса: «Все фигурирующие ниже векторы рассматриваются в некоторой *инерциальной системе отсчёта*».

В такой системе отсчёта (отражающей позицию внешнего наблюдателя) гироскоп в отсутствие внешних воздействий представляется покоящимся, «спящим», находясь, однако, в состоянии интенсивного внутреннего движения и устойчивого динамического равновесия.

Адекватно представить динамическое равновесие, создаваемое и поддерживаемое вращательным движением, в инерциальной системе отсчёта, абсолютизирующей понятие прямолинейного равномерного движения (в чистом виде ни на макро-, ни на микроуровне в природе не встречающегося), в принципе невозможно. Видимо, теоретики это понимают, поэтому и не предпринимают никаких шагов в этом направлении, а целиком полагаются на аналитические *возможности векторной алгебры, имеющей в своём арсенале методологический приём «оживления» (изначально статичной) векторной конструкции:*

«Мгновенная угловая скорость тела Ω, а также момент приложенных к телу внешних сил N представимы разложениями по собственным векторам тензора инерции».

По поводу этой, типичной для векторного анализа, операции уместно напомнить «родословную» векторной алгебры, вышедшей полтора века назад из гамильтоновой «кватернионной шинели»: получив в итоге возможность беспрепятственно (до бесконечности) повышать размерность исследуемых пространств, векторная алгебра «взамен» утратила (сохранившееся у кватернионных векторов) свойство представлять собой алгебру с делением. Это, в свою очередь, привело к невозможности (в редуцированной векторной трактовке, для пространств с числом измерений более одного) сохранить чёткий физический смысл и математическую строгость последовательности понятий классического дифференциального и интегрального исчисления: координаты (исходная функция) – скорость (производная от координат) – ускорение (производная от скорости или вторая производная от координат).

В итоге, в распоряжении векторной алгебры остались лишь операции так называемого «символического дифференцирования» (на основе аппарата частных производных), а сама она стала векторно-тензорной, поскольку однократно применённая операция дифференцирования переводит редуцированное векторное пространство в тензорное (превращает вектор в тензор), а каждая следующая повышает его ранг. Практически это означает, что величины «скорости» и «ускорения» (количественно описывающие процесс смены ориентации в пространстве единичного вектора, совмещённого с осью гироскопа, но вычисляемые путём разложения исходного вектора по осям инерциальной, сохраняющей ориентацию в пространстве, системы отсчёта с последующим дифференцированием по частям и сложением частных производных по правилу параллелограмма) оказываются субъективно неоднозначными, зависящими от выбираемой исследователем системы отсчёта.

Теоретикам представляется, что они преодолевают эту (искусственно созданную самими теоретиками) трудность, вводя векторное пространство не для координат объекта, а для скоростей в качестве исходных данных: к примеру, в рассматриваемой математической теории векторы угловых скоростей вводятся путём их априорно-аксиоматической привязки к тройке векторов тензора инерции. Однако в уравнения динамики опять-таки попадает триада в полном составе: «единичный вектор» (угловой скорости или связанного с нею собственного кинетического момента), «скорость изменения этого вектора» и, наконец, «ускорение» (совокупность вторых частных производных) единичного вектора угловой скорости. Ясно, что две из указанных трёх величин являются уже не векторами, а тензорами, хотя, по непонятной причине, в уравнениях продолжают фигурировать в качестве векторов.

Какие же величины приравниваются в уравнениях динамики гироскопа? В правой части находится вектор внешнего вращающего момента сил. А в левой? Здесь мы видим некоторую векторно-тензорную конструкцию, не имеющую ни строгого обоснования, ни чёткого физического смысла. И это – для объекта, находящегося на виду и в полной власти исследователя?! Ясно, что ни о какой *«езде в незнаемое» с таким методологическим оснащением не может быть и речи.*

В уравнениях динамики гироскопа представлен полный набор операций векторно-тензорной алгебры: помимо сложения (для него существует обратная операция вычитания), здесь применяются такие операции, как однократное и двукратное символическое дифференцирование, скалярное и (отдельно) векторное умножение, для которых в векторно-тензорной алгебре обратных операций (типа «однократного и двукратного символического интегрирования» или «скалярного и векторного деления») нет. При таком «необратимо одностороннем движении» аналитик вынужден полагаться при составлении уравнений, главным образом, на интуицию, а при поиске решений на метод «проб, перебора и подгонки» (как правило, под заранее известный или желаемый ответ). К тому же решения, в общем случае, не поддаются корректному представлению наличными математическими средствами и остаются в не пригодной для практического применения абстрактно-символической форме.

Основная причина такого положения кроется в том обстоятельстве, что векторно-тензорная алгебра базируется на множестве действительных чисел и, даже оперируя пространствами с произвольным числом линейно независимых измерений, остаётся адекватной одномерному физическому пространству. В таком пространстве единичный вектор, задающий направление, и алгебраическая единица, вводящая операцию деления, совпадают друг с другом.

Прорыв математики (в конце XVIII – начале XIX века) в двумерное физическое пространство (на комплексную плоскость) выявил происходящее в таком пространстве разделение координат на две неравноправные и нелинейно зависящие друг от друга составляющие: чисто векторную, задающую направление и угловое (фазовое) смещение этого направления относительно исходного, и векторно-скалярную, обеспечивающую сохранение в этом пространстве операции деления (а, значит, и полноценных операций дифференцирования-интегрирования). Разработка математического аппарата для этого пространства (в виде теории аналитических функций) привела к открытиям, плодами которых эффективно воспользовались гидродинамика и аэродинамика, а также, в определённой мере, электродинамика и вихревая динамика, которые, однако, первыми ощутили и неадекватность двумерного (комплексного) подхода к анализу принципиально трёхмерных физических процессов, сочетающих в себе поступательные движения с колебаниями и вращениями.

В этой связи можно напомнить о попытке преодоления фактической двумерности максвелловской модели электромагнитного поля путём введения дополнительного вектора в направлении распространения электромагнитной волны - вектора Умова-Пойнтинга. Эта попытка проблемы не разрешила, поскольку, как показали более поздние исследования, движение электромагнитной волны происходит не прямолинейно поступательно, а винтообразно, и, следовательно, адекватное описание такого движения требует учёта нелинейной связи третьего измерения с двумя другими.

Действительное решение проблемы лежало на том пути, на котором его искал (и был близок к решению) сам Дж.К.Максвелл, не случайно называвший себя кватернионистом. В пространстве кватернионов, адекватном трёхмерному физическому пространству, все три декартовы координаты становятся чисто *векторными, тогда как алгебраическая единица, вводящая операцию деления, обособляется в четвёртое, скалярное измерение, которое используется также для описания таких вторичных характеристик динамических процессов, как мощность (с реактивной составляющей – векторной величиной и активной – скалярной).*

Максвеллу для адекватного описания винтообразного (вихревого) характера движения электромагнитной волны (открывавшего прямую дорогу к аналогичным открытиям в смежных областях, например, в гравитации) не доставало одного, нелинейно связанного с двумя другими, измерения. Продолжатели его дела, в поисках недостающего звена, обратились к векторно-тензорной алгебре и с её помощью нашли... неограниченное количество линейно независимых измерений. «Доработанная» с позиций векторной алгебры (а фактически выхолощенная) максвеллова модель в итоге осталась на уровне плоскостной проекции реального трёхмерного физического процесса.

Разразившийся на рубеже XIX–XX веков кризис теоретической физики подготавливался и сопровождался регрессом математического знания. Если во второй половине XIX века в европейских странах изучение кватернионов входило в учебные программы не только университетов, но и средних школ, то постепенно кватернионы были вытеснены не только из учебных программ, но даже из математических энциклопедий. «Понесли значительный урон» и комплексные числа, низведённые до уровня вспомогательного аппарата, упрощающего расчёты благодаря возможности с их помощью заменять в математических выкладках тригонометрические функции экспоненциальными.

Возьмём «Большую математическую энциклопедию для школьников и студентов» издания 2004 года. На странице 40 найдём определение вектора:*

«Вектор – направленный отрезок, для которого указано, какой из его концов считается началом, а какой концом».

И это – всё. О том, что вектор может обладать и другими свойствами, в частности, на плоскости быть представленным комплексным числом и перенять его важные свойства, ничего не говорится. О специфике оперирования векторами в трёхмерном физическом пространстве, тем более, речи не идёт.

На странице 242 даётся определение комплексного числа:

«Комплексное число – число вида $z = a + bi$, где a и b - действительные числа, i - мнимая единица, определяемая условием $i^2 = -1$... Комплексное число можно представить в виде вектора... Изображение комплексных чисел векторами позволяет ввести определение модуля, или абсолютной величины комплексного числа».

Иначе говоря, теперь считается, что введение комплексных чисел никакого нового содержания в понятие вектора не добавляет: наоборот, понятие комплексного числа обогащается благодаря изображению его вектором!

Но если комплексные числа, пусть крайне скупо и односторонне, всё же в энциклопедии представлены, то о кватернионах нет даже упоминания. Среди 127 учёных, чей вклад в развитие математики с древнейших времён до наших дней отмечен авторами энциклопедии, нет разработчика системы комплексных чисел и создателя исчисления кватернионов Уильяма Гамильтона!

---

*Большая математическая энциклопедия для школьников и студентов. – М.: Филол. о-во «Слово»: Олма-Пресс, 2004. – 639с.

Доминирующее положение векторно-тензорной парадигмы приняло формы, при которых о самом существовании векторно-кватернионной альтернативы математики уже «прочно забыли»: в университетских курсах функционального анализа (и, естественно, во всех энциклопедических изданиях) ключевое понятие линейного пространства трактуется, в духе векторно-тензорной алгебры, как тождественное понятию векторного пространства.

Следствием господства векторно-тензорной парадигмы в теоретической физике стала та удивительная лёгкость, с какой научное сообщество в начале XX века позволило себя обмануть фантасмагорией релятивизма (и теперь, несмотря на назревшую и вполне очевидную необходимость исправления допущенной ошибки, никак не наберётся ума и сил избавиться от этой напасти). По той же причине теоретико-методологической основой квантовой механики, с момента её создания до наших дней, остаётся набор не имеющих чёткого физического смысла и противоречащих друг другу постулатов.

Формализм векторно-тензорной парадигмы сковал теоретическую мысль, лишив её возможности своевременно (по крайней мере, ещё столетие тому назад) разобраться в основополагающих вопросах мироздания, начиная с «простейших»: как на макроуровне возникает присущее физической массе свойство инерции; что представляет собой электрический заряд; каков механизм дискретизации (квантования) характеристик физических объектов и поддержания устойчивого динамического равновесия в микромире; наконец, каковы реальные возможности целенаправленных действий человечества в решении таких глобальных проблем, как энергетическая, освоения дальнего космоса и др.

В свете вышесказанного математическая теория гироскопа становится не только индикатором общего состояния точных наук, но и ориентиром для выработки вполне определённых (в том числе, далеко идущих) практических выводов и рекомендаций. Однако посмотрим сначала, как в этом плане выглядит и что предлагает векторно-тензорная теория.

И без теории видно, что внешнее воздействие отклоняет ось гироскопа в перпендикулярном этому воздействию направлении. На основе прямых наблюдений выработаны мнемонические правила, описывающие поведение гироскопа при разных способах подвеса (опоры) оси его ротора. Но каков физический смысл того, что мы наблюдаем? Векторно-тензорная теория даёт следующий (исчерпывающий, с её точки зрения) ответ: наблюдаемое поведение гироскопа таково потому, что оно подчиняется правилам векторной алгебры.

Методологический приём, с помощью которого совершаются подобного рода открытия, не нов: аналогичным образом А. Эйнштейн в своё время объяснил суть гравитации тем, что она подчиняется правилам тензорного исчисления. Признанный «классикой», этот метод продолжает использоваться новыми поколениями исследователей, подкупая их своей простотой и «безошибочностью»: действительно, ошибке, вроде бы, и неоткуда взяться, когда за исходный пункт исследования принимается представляющийся неоспоримым факт, а в итоге он же констатируется как научно доказанный. «Сбои», однако, всё же случаются. И вот пример из векторно-тензорной теории гироскопа.

С одной стороны, подмечено, что «гироскоп сохраняет направление оси симметрии в инерциальном пространстве». *Но, с другой стороны, случается* *(например, в практике астрономических наблюдений), что вращающиеся тела прецессируют и без видимых на то причин.*

Для какой-либо иной теории это обстоятельство послужило бы поводом для постановки и решения обратной задачи: по параметрам прецессии вычислять характеристики вызывающих её внешних сил, чем способствовать их открытию и исследованию. Однако анализ открытых динамических систем не относится к числу сильных сторон векторно-тензорной теории. Для неё проще постулировать наблюдаемое как ещё одну форму движения замкнутой системы. Так в математической теории гироскопа (и в цитированной выше энциклопедии) появляется ещё один раздел:

«Движение гироскопа по инерции. В этом случае $n_0=0$, $n=0$ и $H=(Ke)$. Это означает, что в движении по инерции угол между неподвижным в пространстве вектором K и осью симметрии постоянен, т.е. ось гироскопа описывает коническую поверхность. Вектор e описывает коническую поверхность с постоянной угловой скоростью $\lambda = \frac{1}{A}K$. Такое движение называется свободной размерной прецессией гироскопа».

Так в каких же случаях гироскоп сохраняет, а в каких не сохраняет направление оси быстрого вращения в пространстве? И, главное, почему происходит то и другое? Подобные вопросы векторно-тензорная теория оставляет без ответа. А более сложные ставить перед ней уже не имеет смысла. Поэтому естественным образом подошло время изложить, хотя бы фрагментарно, кватернионный вариант прецессионной теории гироскопа.

Первое коренное отличие кватернионного подхода проявляется уже при выборе системы отсчёта. Мы исходим из того, что «неразумные» вращающиеся объекты природы и техники, образно говоря, «смотрят на окружающий мир глазами не Коперника, а Птолемея». Обретя, благодаря вращению, внутреннее напряжение и свойства динамической системы, физический объект воспринимает вращающимся не самого себя, а окружающий его мир.

При анализе поведения вращающегося объекта это обстоятельство заставляет использовать неинерциальную систему отсчёта, вращающуюся (по крайней мере, в начальный момент наблюдения) синхронно с исследуемым объектом. В такой системе отсчёта внешнее воздействие на объект приобретает дополнительную компоненту: множитель обратного вращения. Этим объективируется тот важный факт, что вращающийся объект воспринимает внешнее воздействие, остающееся для внешнего наблюдателя по направлению постоянным, как переменное. При этом мгновенное значение переменного внешнего воздействия оказывается для вращающегося объекта «бесконечно малым», не вызывающим немедленной ответной реакции. Ощутимым становится лишь суммарный, интегральный эффект воздействия, а интегрирование с множителем обратного вращения приводит к запаздыванию ответной реакции по фазе вращения (или по направлению в пространстве, в плоскости быстрого вращения) на 90° относительно входного воздействия.

Таким образом, применение неинерциальной системы отсчёта устраняет парадокс, присутствующий в мнемонических правилах определения направления движения гироскопа под внешним воздействием, когда внешнему наблюдателю *представляется, будто следствие опережает вызвавшую его причину. Например, с точки зрения внешнего наблюдателя, деривация (перпендикулярное к траектории смещение) вращающейся (обычно слева вверх направо, если смотреть от стрелка) пули происходит в том же направлении с опережением на 90° по ходу вращения. Неинерциальная система отсчёта здесь всё ставит на свои места: по законам физики, подтверждаемым математической формулой интегрирования экспоненциальной функции комплексного аргумента, следствие (отклонение пули) запаздывает относительно вызвавшей его причины («опрокидывающей» силы сопротивления воздуха) на 90° по фазе обратного вращения.*

Неинерциальные системы отсчёта, в прямом и переносном смысле, открывают вращающиеся объекты для окружающего мира, опровергая общепринятое (ставшее «научным мифом») утверждение об абсолютном характере свойств консервативности гравитационных сил и потенциальности гравитационных полей. Вращающийся объект нарушает эти свойства, сначала «перенося» на окружающий мир своё собственное вращение, а затем «возвращая» внешнему воздействию порождённые последним (или вызванные соседними объектами) другие виды своего движения или внутреннего состояния (прецессию, нутацию, смещение в пространстве, задействование внутренних упругих сил и т.д.). Тем самым создаются условия для образования и поддержания устойчивой прямой и обратной связи объекта со своим окружением, вплоть до образования новых динамических систем с более высоким уровнем внутренней организации.

Здесь мы подходим к тому «камню преткновения», о который теоретическая физика споткнулась в начале XX века при разработке модели атома. Парадокс модели атома, в которой электрон движется вокруг ядра по круговой или эллиптической орбите (т.е. с линейным ускорением), состоит в том, что он должен при этом излучать энергию, терять скорость, высоту орбиты и, в конечном счёте, падать на ядро. На самом же деле, этого не происходит.

Теоретическая физика оказалась не в состоянии разрешить этот парадокс и пошла по пути его постулирования как объективной реальности. Видимо, для принятия такого решения были и иные причины, но главная из них всё же заключалась в безраздельном господстве в умах теоретиков векторно-тензорной парадигмы. Она оправдывала использование для анализа динамических систем таких понятий, как лагранжева функция (лагранжиан), действие (интеграл от лагранжиана по времени), гамильтониан (внутренняя энергия системы, включающая энергию внешней среды), а на основе этих понятий - применение принципа наименьшего действия и законов сохранения энергии, импульса и момента импульса системы. Данный аппарат и теперь продолжает монопольно представлять методологическую основу теоретической механики, не допуская никакой иной возможной альтернативы.

Драматизм сложившейся ситуации состоит в том, что указанный аппарат адекватен только замкнутым системам. К примеру, резонансные системы, на которых построен физический мир и без которых, по сути, не обходится ни одно физическое явление, не подчиняются вышеназванным «принципу» и «законам». Да *и сами понятия «действие», «лагранжиан» и «гамильтониан» для таких систем лишены как физического, так и математического смысла.*

Целью введения указанных понятий было сведение характеристик внешнего мира к внутренним характеристикам системы и, благодаря этому, превращение открытых систем в замкнутые. С позиций внешнего наблюдателя (оперирующего в инерциальной системе отсчёта) были приняты допущения об изотропности и однородности пространства, введены понятия консервативности внешних сил и потенциальности внешних полей.

Однако реальные физические системы открыты внешнему миру и при этом ведут себя отнюдь не пассивно, так что «закрыть» их таким простым способом, в общем случае, невозможно. Внутреннее движение физического объекта коренным образом изменяет его восприятие внешней среды, что для него равносильно изменению самой среды. Это относится к любому объекту природы, включая вращающийся вокруг ядра атома электрон.

К сожалению, естественным образом напрашивавшийся тезис о принципиальной открытости любых объектов микромира, их непрерывном энергетическом обмене и других видах взаимодействии с внешней средой не был воспринят теоретической физикой. Теперь нам предстоит показать, как реализуется этот тезис в кватернионной теории гироскопа.

Совместим кватернионную ось координат k с осью быстрого вращения ротора гироскопа (направления осей i и j доопределятся позднее). Для упрощения расчётов допустим, что масса ротора m равномерно распределена по окружности на расстоянии r от его центра инерции. Тогда момент инерции ротора будет равен

$$I = mr^2.$$

Расстояние от центра инерции ротора до точки опоры (подвеса) примем равным R. Однако сначала рассмотрим механизм сохранения гироскопом устойчивого положения в пространстве в отсутствие внешних воздействий.

Если рассмотреть (не важно, по какой причине произошедшее) малое угловое отклонение оси гироскопа от исходного положения, то гироскоп вновь окажется в устойчивом положении, хотя теперь его состояние будет описываться функцией, модулем которой будет величина угла отклонения, а фазовым множителем – множитель обратного вращения. В общем случае баланс внутренних моментов сил, приведённых к единичному моменту инерции ротора, будет описываться линейным однородным дифференциальным уравнением в кватернионах (α - текущее угловое отклонение оси гироскопа от исходного положения):

$$k\frac{d\alpha}{dt} + \omega\alpha = 0.$$

В теории динамических систем для анализа дифференциальных уравнений используются «функция включения» - единичная функцией Хевисайда $u(t)$ и её производная - дельта-функция Дирака $\delta(t)$, связанные соотношением:[*]

---

[*]Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами. – М.: «Наука», ФИЗМАТЛИТ, 1979, сс. 807, 816. HANDBOOK OF MATHEMATICAL FUNCTIONS WITH FORMULAS, GRAPHS AND MATHEMATICAL

$$du(t) = \delta(t)dt\,.$$

Покажем, что эти функции успешно «работают» и в кватернионном пространстве. Приложим к ротору гироскопа единичный импульс момента сил, направленный по оси i (правая часть уравнения):

$$k\frac{d\alpha}{dt} + \omega\alpha = i\delta(t)e^{-k\omega t}\,.$$

Решая уравнение, находим реакцию (импульсную переходную характеристику) гироскопа:

$$\alpha = -ju(t)e^{-k\omega t}\,.$$

Подставляя найденную функцию вместе с её производной в уравнение, убеждаемся в соблюдении тождества:

$$i\delta(t)e^{-k\omega t} + j\omega u(t)e^{-k\omega t} - j\omega u(t)e^{-k\omega t} = i\delta(t)e^{-k\omega t}\,.$$

Теперь приложим к оси гироскопа момент силы тяжести (приведённый к единичному моменту инерции):

$$k\frac{d\alpha}{dt} + \omega\alpha = i\frac{gR}{r^2}e^{-k\omega t}, \quad \text{и т.д.}$$

Изложенного достаточно для того, чтобы придти к определённым выводам. Во-первых, мы обнаруживаем, что гироскоп представляет собой резонансную систему с собственной частотой, равной частоте быстрого вращения ротора: прецессия и есть резонансный процесс приобретения системой импульса извне. Правда, в данном случае приобретаемый импульс целиком затрачивается на перемещение центра масс гироскопа по линии равного гравитационного потенциала. Но такова уж конструкция данного технического устройства, не предусматривающая накопления энергии и импульса внутри системы. При изменении конструкции гироскопа (например, путём введения динамической подвески ротора с настройкой собственной частоты колебаний подвески на частоту вращения ротора) **система может приобрести способность накапливать гравитационную энергию без снижения гравитационного потенциала рабочей (вращающейся и колеблющейся) массы**.

Во-вторых, гироскоп оказывается идеальным интегратором входного воздействия. При наличии свободы перемещения ротора в пространстве операция интегрирования осуществляется однократно, что и фиксируется приведённым выше дифференциальным уравнением первого порядка. Когда же возникает препятствие прецессии (например, для вращающихся молекул вещества – со стороны соседних молекул), однократно проинтегрированное внешнее воздействие отражается от препятствия, вновь попадает (с обратным знаком) на вход системы, интегрируется повторно и, в результате, оказывается в противофазе со входным воздействием. Таков, в общих чертах, механизм возникновения сил инерции, пропорциональных ускорению (второй производной по времени от перемещения) системы. Эта зависимость, без какого-либо обоснования и без раскрытия её физического смысла, фиксируется вторым законом механики И.Ньютона.

TABLES. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, APPLIED MATHEMATICS SERIES – 55, Issued June 1964.

В-третьих, аналитические возможности аппарата, применённого для описания поведения гироскопа, не исчерпываются решением затронутого выше круга вопросов, а позволяют исследовать и более сложные виды движения, лежащие в основе других, пока ещё не познанных, физических явлений...

Полагаю, что сказанного достаточно для привлечения внимания учёных к насущной необходимости всесторонней разработки и практического применения данного математического аппарата.

Литература по теме:

1. Петров А.М. Заявка № 97111689/06 на 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).

2. 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.

3. Петров А.М. Макроэффекты пространственной локализации, переноса на расстояние и резонансного накопления гравитационной энергии. – М.: Компания Спутник+, 2002. – 59 с.

4. 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.

5. Петров А.М. Векторная и кватернионная парадигмы точных наук. – М.: Компания Спутник+, 2005. – 14 с.

6. Петров А.М. Гравитационная энергетика в кватернионном исчислении. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 16 с.

7. Петров А.М. Гравитация и кватернионный анализ. 3-е издание – М.: Компания Спутник+, 2006. – 52 с.

8. Петров А.М. Кватернионное представление вихревых движений. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 32 с.

9. Петров А.М. Кватернионные тайны космоса. – М.: Компания Спутник+, 2007. – 62 с.

10.12.2007.

Научное издание

Петров Анатолий Михайлович

ОТКРЫТОЕ ПИСЬМО УЧЁНЫМ-МАТЕМАТИКАМ ПО ПОВОДУ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Издательство «Компания Спутник+»
109428, Москва, Рязанский проспект, д. 8а
Тел.: (495) 730-47-74, 778-45-60 (с 9 до 18)
ЛР № 066478 от 30.03.99
Налоговые льготы в соответствии с ОК 005-93
Том 2 95 3000 – Книги и брошюры
Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.02.953.Д.009143.12.05 от 29.12.2005 г.
Подписано в печать 14.12.2007. Формат 60x90/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 0,94. Тираж 50 экз. Заказ 447.
Отпечатано в ООО «Компания Спутник +»
ПД № 1-00007 от 28.07.2000