

Память молекулы

В минувшем году в Отделе космических излучений Физического института Российской академии наук профессор УлГУ Владимир УЧАЙКИН сделал доклад на тему "Дробно-дифференциальные модели диффузии космических лучей: обоснования, результаты, проблемы и перспективы". Журналист ФИАИ-информ Бурхан МАССАЛИМОВ взял у учёного интервью.

– Владимир Васильевич, я был на вашем семинаре в ФИАИ, он мне показался очень интересным. Хочется написать статью о вашем исследовании. Как я понял, открываются огромные поля дробных производных, которые практически не используются. Тут возникают некоторые вопросы, и я хотел бы услышать ваши ответы.

– Спасибо, с удовольствием. Но начну я, пожалуй, с одного случая: приятель мой написал (это было давно) работу, в которой методы статистической механики применил к экономике (в таком общем виде: финансовые потоки, стремление к равновесию и пр.). Я тогда напомнил ему об опыте известного психоаналитика Фрейда: тот тоже с позиций молекулярно-кинетической теории объяснил феномен "озверения толпы".

– Как это?

– Да элементарно. Каждой личности он поставил в соответствие некий абстрактный вектор, сейчас бы назвали его IQ-вектор, толпу же ("общество") характеризовал суммарным вектором. Вот и все.

– Не понял. В чем фишка?

– А в том, что каждый вектор состоит из двух слагаемых векторов: большого, который обусловлен семьей, локальной средой, воспитанием, образованием, и маленький – древней предисторией, хранящейся в подкорке подсознанием.

– Ну и...?

– Большой ("интеллектуальный") вектор у каждого свой, у разных людей разный, и в процессе сложения они друг друга ослабляют, тогда как маленький ("первобытно-звериный") у всех одинаковый и при сложении увеличивается.

– Можно сказать, прапамять?

– Да, можно сказать так. Вот вы дали мне займы сто рублей, я их вам не вернул. Через некоторое время опять прошу. Дадите?

– Не знаю. Не уверен.

– То есть, вы запомнили мою необязательность и поступаете не так, как в первый раз. Обычная статистическая механика этого не учитывает: столкновение двух молекул происходит по одним и тем же законам независимо от того, встречались эти молекулы раньше или нет.

– Хорошо, но мне кажется, мы удалились от темы.

– Вы ошибаетесь. Мы как раз к ней подошли. Движение молекулы, не помнящей предистории, описывается уравнением Ньютона – уравнением с производной второго порядка. Если же вы замените ее производной дробного порядка, вы получите молекулу (точнее, процесс или даже систему), которая будет помнить свою предисторию.

– Почему?

– Потому что дробная производная содержит еще и интеграл. Скажем, производная "полупорядка" ("полуторка" в просторечии) получается, если дважды продифференциро-

вать, а затем интегрировать назад на полпорядка.

– Как это: интегрировать на полпорядка?

– Есть формула Коши для n -кратного интеграла, содержащая факториал $(n-1)!$. Замените n половинкой, а факториал – гамма-функцией и получите полуинтеграл.

– Но он будет зависеть не только от точки как производная, но от всего интервала?

– Да, в этом-то и состоит феномен памяти (если переменная – время), или нелокальности (если переменная – координата).

– Интересно... Но выглядит как математический фокус. Где здесь физика? В самой главной книге по теоретической физике – ни слова про дробные производные. А это – Ландау и Лифшиц!

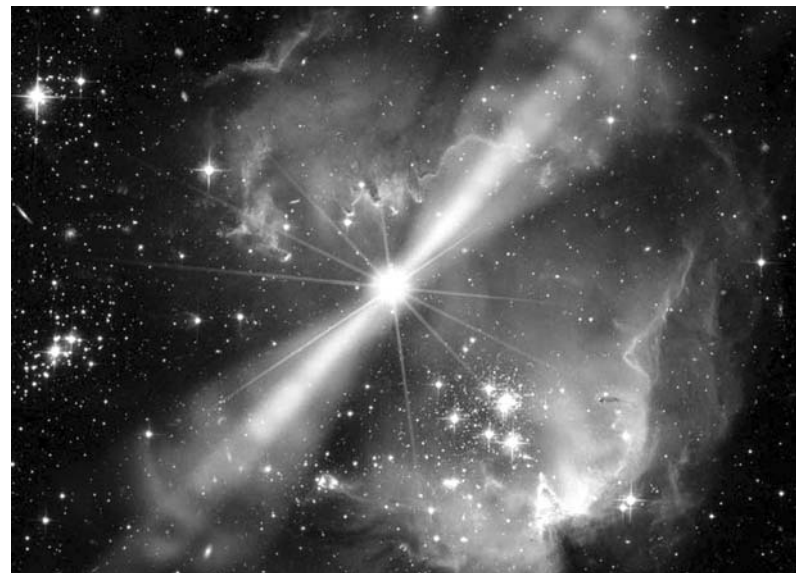
– Ну, во-первых, у истоков дробного исчисления мы тоже находим "нехилые" имена: Риман, Лиувилль, Лопиталь... А во-вторых, загляните в "Гидродинамику" Ландау и Лифшица, где рассматривается движение шара в вязкой жидкости. Член, описывающий силу Буссинеска, как раз и представляет собой производную от скорости дробного порядка. Только авторы не знали этого.

– Ну вот, видите, не знали и обошлись. Решили-таки задачу.

– Верно, решили. Но если бы знали, и решать бы не пришлось, воспользовались бы готовой теоремой.

– А в чем все-таки "физика" дробной производной в этой задаче?

– Шар возмущает своим движением жидкость, возмущение распространяется в ней и в свою очередь влияет на движение шара. Поведение шара в данный момент зависит не только от действующей на него силы в этот момент, но и от предистории его движения. Правда, в обычных условиях это влияние невелико.



– Необычные – это космические процессы? Атомные взрывы? Явления в Большом адронном коллайдере?

– Да, но не только. Движение геологических платформ, процессы в нефтеносных пластах, цунами и ураганы... Турбулентность – нелокальный процесс, там тоже дробные производные. Перколяция (просачивание через пористые материалы) – тоже. Недавно мой коллега Р.Т.Сибатов защитил докторскую диссертацию по кинетике зарядов в твердых телах (полупроводниках, диэлектриках), описываемой дробными производными. Научный сотрудник ФИАИ С.А.Амброзович подтвердил выводы этой теории, экспериментируя с диэлектриками.

– А вы, как следует из вашего выступления в ФИАИ, занимаетесь космическими лучами?

– Ну не только я – мои коллеги из Ульяновского и Алтайского университетов тоже.

– Как я понял, поводом применения дробных производных к космическим лучам является их турбулентность?

– Правильно поняли. Хотя точнее, турбулентность межзвездных магнитных полей.

– Космические лучи в космосе перемещаются так же, как воздух или вода? и в них может возникнуть турбулентность?

– Не совсем так. Турбулентна межзвездная среда, "космический океан". Там все есть – торнадо, цунами, вихри и ураганы. Но есть и специфическое: взрывы сверхновых, в которых, по сегодняшним представлениям, и рождаются космические лучи – ядра разных элементов. Ускорившись в этом процессе, они начинают свое космическое путешествие, и через сотни тысяч лет малая часть из них попадает на Землю. Столь большая длительность объясняется тем, что бушующие в космосе магнитные поля, порожденные такими же взрывами или другими космическими катаклизмами, всячески искривляют траектории космических частиц, движение которых подобно движению броуновских частиц. Лучи света не реагируют на магнитные поля, поэтому вы видите далекие звезды и даже галактики. А в пасмурный день вы и Солнца видеть не можете, а видите лишь более или менее равномерно светящееся небо. Если бы оно никогда не прояснилось, вы бы и не знали, что источ-



ником света является Солнце, не знали бы и о самом его существовании. Магнитные поля в космосе не исчезают, и хотя мы можем наблюдать остатки сверхновых, многое еще остается неясным.

– Вы внесли что-то новое в понимание этих процессов?

– Та модель распространения космических лучей, которую мы предложили 10 с лишним лет назад, предполагает существенное отличие траекторий космических частиц от броуновских: в отличие от последних, они содержат длинные участки "неброуновского" типа и время от времени запутываются в областях, называемых магнитными ловушками. В целом, это лучше согласуется с современными представлениями о масштабно-неоднородной (фрактальной) межзвездной среде, чем стандартное диффузионное приближение, неявно предполагающее эту среду похожей на идеальный газ.

– Вы довольны своим выступлением?

– ФИАИ внес важнейший вклад в становление и развитие физики космических лучей, отметившей в этом году свое столетие, и для меня большая честь выступить с докладом в этом конференц-зале, помнящем выступления корифеев этой науки.

– Что же дают эти знания человечеству?

– Зачем нужна и что дает эта физика на практике? Вопрос праздный. Помню, в семидесятых секретарь парткома Алтайского университета на ученом совете задал мне вопрос: "А что дают космические лучи Алтайскому краю?". Я, конечно, ответил – и про погоду, и прочие дежурные слова сказал, но разве в этом дело? Сегодняшние топ-менеджеры от науки ничем не умнее того секретаря. Если вы не можете с ходу ответить на их главный вопрос "А кому это можно продать?", они теряют к вам всякий интерес. Мне они тоже неинтересны, но, по иронии судьбы, они распоряжаются казенными деньгами. Нашими с вами в том числе. И не без "маржи" для себя, как изящно заметил один высокопоставленный любитель современной словесности.

– Разве наука не такой же объект бизнеса, как, скажем, нефтяной или оружейный?

– Нет. Я смотрю на науку как на единственный шанс человечеству выжить. Дело не в технологии. Дело в согласии. Ни экономика, ни политика, ни, тем более, религия не способствовали установлению мира на планете. Научные сообщества, пожалуй, единственные, которые могут похвастаться продуктивным единением порядочных людей. И я счастлив своей причастностью к одному из таких сообществ.

– Что бы вы порекомендовали почитать по всем этим делам?

– Три года назад в Ульяновском издательстве вышла моя книга "Метод дробных производных". Вполне подойдет для первого чтения человеку с физико-математическим образованием.

Материал предоставлен В.В.Учайкиным.



Ульяновский госуниверситет

Автомеханический техникум Ульяновского государственного университета приглашает учащихся 9-х классов общеобразовательных школ **НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ**. Продолжительность курсов 4 мес., 1 мес. Адрес техникума: Набережная реки Свияги, дом 158. Контактные телефоны: 32-55-22, 32-24-14.

Уважаемые абитуриенты! Приглашаем учеников 10-11-х классов **НА КУРСЫ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ И ПОСТУПЛЕНИЮ В ВУЗ**. Индивидуальный подход к каждому. Дополнительная информация: ул. Льва Толстого, д.42, каб.22. Тел. 8 (8422) 412-817.

На кафедру общей и оперативной хирургии с топографической анатомией и курсом стоматологии требуется лаборант на должность зав. кабинетом. Требования: работа с оргтехникой; оформление документации. Контакты: зав. кафедрой профессор Владислав Казимирович Островский, тел. 8 960 373 21 11; доцент кафедры Сергей Викторович Макаров, тел. 8 903 337 71 24.