

**ОТ ВЕЛИКОГО ДО СМЕШНОГО – ОДИН ШАГ, И
НАОБОРОТ!**

Пак В.В., докт. техн. наук, проф.,
Донецкий государственный технический университет

Рассмотрен инженерный метод решения практических задач, позволяющий сложное свести к простому за счет активного использования «элемента изобретения».

The engineering method of the solution of practical problems permitting composite is reviewed to reduce to simple at the expense of fissile usage «of a member of the invention».

Вынесенная в заголовок мудрость в математике эквивалентна теореме о связи бесконечно малой $\alpha(x)$ с бесконечно большой $A(x)$, а именно: $\alpha(x) = 1/A(x)$. Здесь один шаг – это операция деления. Аналогично соотносятся и философские категории «простое» и «сложное».

Многие убеждены, что все простые (классические) решения уже давно получены, а наш удел – разгребать все более сложные проблемы с помощью быстродействующих ЭВМ. И вся проблема состоит лишь в увеличении их быстродействия. Однако это глубокое и вредное заблуждение. Аналогичные ситуации многократно возникали и в прошлом, но введение новых понятий, применение более тонких математических методов и др. сложное делало простым и доступным для всех.

Вспомним хотя бы Архимеда, открывшего более 22 веков назад определенный интеграл, с помощью которого он вычислил площади фигур и объемы тел, чем поверг в изумление не только своих современников, ибо по логике вещей сначала должен был появиться неопределенный интеграл, как операция обратная дифференцированию, сводящий великое искусство гениального ученого к рутинной операции.

Окружающая нас действительность сложна и проста одновременно. Все зависит от нашей точки зрения: выбора системы координат (две мухи, одна из которых уселась на иллюминаторе, а другая на пропеллере видят все происходящее в салоне самолета по-разному), адекватности используемых понятий и т.д. Природа же объективно устроена удивительно просто, недаром проницательнейший Ломоно-

сов заметил, что она «не роскошествует в своих причинах», и успешные попытки объединения четырех фундаментальных взаимодействий – тому лишнее подтверждение. Если нам изучаемая проблема поначалу кажется сложной, то это лишь означает, что мы в ней не разобрались или подошли не с того конца.

В это связи мне вспоминается случай, произошедший около 20 лет назад, когда ко мне обратился приятель, занимавшийся проблемой подготовки вторичного цветного металла к металлургическому переделу, которая заключалась в необходимости очистки его поверхности от смазки, грязи и пр., содержащих углерод примесей. Последний воспламеняется при высокой температуре плавильной печи и поджигает металл, потери которого по этой причине достигают 40%, и атмосфера отравляется клубами ядовитого дыма.

Процесс очистки было предложено вести не в циклопически огромных чанах, как это делалось до сих пор, а в миниатюрных гидроциклонах, где за счет быстрого вращения и интенсивного трения частиц он идет в сотни раз быстрее, чем ранее. Все прекрасно, но необходимость иметь в моечном растворе поверхностно активные вещества приводит к образованию и накоплению пены, транспортирующая способность которой в сотни раз меньше, чем у жидкости, из-за чего процесс периодически прерывается.

- Чего ты от меня хочешь? – спросил я у приятеля.

- Понимаешь, мне нужно, чтобы ты создал теорию движения трехфазной среды (твердое+жидкость+газ) внутри гидроциклона, с помощью которой, возможно, нам удастся подобрать параметры процесса так, чтобы в нем не образовывалась пена.

- Спасибо за лестную оценку моих возможностей, но честно скажу, что такая теория вряд ли будет создана в ближайшие сто лет. Поэтому начинать нужно не с теории, а с причин образования пены. Вот за эту задачу я, пожалуй, могу взяться.

Мысленно представив процесс в гидроциклоне, что стоило мне весьма больших усилий, я понял, что причиной образования пены является наличие воздушной воронки, расположенной по его оси. На основании уравнений сохранения количества жидкости (неразрывности) и энергии (Бернулли) был найден диаметр воронки, после чего я предложил заместить воронку цилиндрической трубой с несколько большим диаметром. Рабочий процесс стал непрерывным.

Таких примеров из личной практики можно привести более сотни. Что их объединяет? Прежде всего, **я никогда не решал задачу в**

постановке заказчика. О возможностях матмоделирования практик судит на основе академичного (мертвого, как латынь) курса высшей математики, рождающего иллюзию непостижимости и, что самое ужасное, всемогущества формализма. То и дело приходится слышать «..вот если бы я мог решить математические уравнения...» или «...ты мне только формулы напиши, а выводы я сам сделаю...»

По этой же причине, вопреки расхожему мнению не следует начинать изобретательскую деятельность с изучения патентного фонда. Это приходится делать в конце, чтобы подобрать прототип и аналоги для заявки. Все время подражая кому-то, не вырабатываешь своего почерка!

Решая задачу войдите в нее всем своим существом, отождествите себя с ее элементами (это называется эмпатией), мысленно пройдите по всем ее закоулкам посмотрите, где «жмет» и «трет». - почувствуйте противоречие. Только тогда станет очевидно, как его устранить с помощью изобретения, которое в конечном счете, и является обнаружением и устранением противоречия. Боже упаси начинать построение математической модели, не выяснив ответ на какой вопрос вас на самом деле интересует. Формализм вещь универсальная, а потому громоздкая. Пытаться извлечь из него больше, чем требуется – очень дорогое удовольствие. И уж конечно не моделируйте плохо организованную систему. Не перекладывайте на математику обязанность думать. Сначала устраните противоречия, «срежьте шумы», отсекайте лишние веточки, а уж потом занимайтесь математическим описанием системы, которое при этом окажется значительно проще. Замечено: чем глубже, эффективнее, фундаментальнее изобретение, тем проще соответствующее математическое описание, и наоборот.

Чем дольше я придерживался этих правил, тем больше убеждался в их универсальности, применимости не только к изобретательству, но и к научной деятельности и творчеству вообще. В частности в науке в качестве «элемента изобретения» может выступать аналогия, являющаяся следствием материального единства мира, фундаментальные законы естествознания (философии, физики и т.д.).

Чтобы проиллюстрировать эту мысль, рассмотрим, например, теорию гравитации, начало которой положил Ньютон, негнушавшийся инженерного искусства (вспомним хотя бы изобретенный им зеркальный телескоп). Согласно закону всемирного тяготения две точечные массы m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силой

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad (1)$$

где: γ - гравитационная постоянная; R – расстояние между центрами масс. С помощью (1) и трех законов механики Ньютону удалось описать практически все известные тогда физические явления.

Уже в XX в. Эйнштейн, которому инженерия также была не чужда (в 1900 г. он закончил в Цюрихе Высшую техническую школу и восемь лет проработал в Федеральном патентном ведомстве, сделав ряд весомых изобретений) разработал новую теорию тяготения – общую теорию относительности (ОТО), отвечающую фундаментальному принципу науки – «принципу соответствия», согласно которому новое знание не отрицает полностью старое, а включает в себя как предельный случай. В относительно слабых полях обе теории дают практически одинаковые результаты. Лишь в окрестности «черных дыр» они разительно расходятся.

Из ОТО следует выражение для гравитационного радиуса «черной дыры»

$$R_g = 2\gamma M/c^2, \quad (2)$$

где: M – масса коллапсировавшей звезды; c – скорость света в вакууме.

Первой проверкой правильности ОТО явилось солнечное затмение 1919 г., позволившее оценить искривление светового луча под действием притяжения солнца, второй – поворот орбиты Меркурия. Но предсказанные ОТО эффекты в окрестности нашего светила количественно были трудно наблюдаемы (сравнимы с ошибкой измерения), и Нобелевский комитет в 1921 г. побоялся даже упомянуть ОТО, присудив Эйнштейну премию за создание квантовой теории света и «большой вклад в развитие физики». Подлинным триумфом ОТО было открытие в 1929 г. Хабблом разбегания далеких галактик, отстоящих от нас на расстоянии R со скоростью

$$V = HR, \quad (3)$$

где H – постоянная Хаббла, что было предсказано семью годами раньше петроградским математиком Фридманом на основе решения уравнений ОТО.

Если процесс расширения Вселенной опрокинуть в прошлое, то можно прийти к выводу, что она родилась около 20 млрд лет назад путем грандиозного взрыва из кванта пространства. Последние сомнения в верности этой великой теории XX в. окончательно отпали после обнаружения «реликтового излучения» с температурой $T = 3^0\text{K}$,

являющегося остаточным следом бурных процессов, происходивших 20 млрд лет назад. Поразительная однородность и изотропность этого излучения свидетельствует о высокой равномерности распределения вещества во Вселенной, положенной в основу теории ее эволюции.

Итак наш звездный мир по настоящее время продолжает расширяться. А что же будет потом? Оказывается, все зависит от величины средней плотности ρ материи в пространстве в настоящее время. Если она меньше критической плотности ρ_k , то кривизна пространства отрицательна и процесс расширения продолжается неограниченно. Если $\rho > \rho_k$, то Вселенная, достигнув максимального объема, ограниченного величиной R_g , начнет сжиматься до кванта пространства, при этом кривизна его остается положительной. При $\rho = \rho_k$ пространство оказывается неискривленным, Вселенная также расширяется, как и в первом случае, а скорость расширения равна «второй космической скорости».

Как следует из ОТО, выражение для ρ_k имеет вид

$$\rho_k = \frac{3H^2}{8\pi\gamma}. \quad (4)$$

Покажем, что те же результаты можно получить без громоздкого аппарата тензорного исчисления, но с помощью «элемента изобретения», в качестве которого используем закон сохранения энергии (ЗСЭ), не смотря на то, что он не всегда выполняется в рамках ОТО.

Начнем с «черной дыры». Почему пробная частица с массой m , расположенная внутри нее не может вырваться наружу? Да потому, что ее кинетическая энергия $T = mv^2/2$ меньше потенциальной $U = \gamma mM/R$. Эта же частица, расположенная снаружи не попадет в «дыру», если $T > U$. Нетрудно видеть, что предельное положение, при котором частица имеет шанс выжить, достигается при условии $T = U$, откуда найдем выражение для «второй космической скорости»

$$v^2 = 2\gamma M/R^2. \quad (5)$$

Поскольку из «черной дыры» не может вырваться даже свет, то, полагая $v = c$ и $R = R_g$, из (5) находим выражение (2), но несравненно более простым путем, чем в ОТО. За счет чего достигается такое упрощение? За счет использования наиболее фундаментального «элемента изобретения» - ЗСЭ!

Аналогично можно получить и выражение (4), поскольку при $\rho = \rho_k$ пробная частица на «горизонте событий» Вселенной подобна

частиче на «сфере Шварцшильда» ($R = R_g$). Так как наряду с (5) при этом должен выполняться и закон Хаббла (3), то решая их совместно, легко находим (4).

Чем же принципиально отличается ОТО от закона всемирного тяготения? Лишь тем, что бесконечные эффекты у Ньютона наступают при ($R = 0$), а у Эйнштейна при ($R = R_g$). Поскольку наш мир с нутром «черной дыры» не состоит в причинно-следственных связях, то это нутро нам не принадлежит, а посему должно быть изъято из нашего мира, вследствие чего имеем модернизированный (инженерный) закон всемирного тяготения

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{(R - R_{g1} - R_{g2})^2}, \quad (6)$$

где R_i - радиус сферы Шварцшильда, соответствующий массе m_i ($i = 1, 2$). Непосредственный анализ показывает, что (6) дает такие же результаты, как и ОТО. Таким образом, формулы (2) и (6) составляют основу «инженерной теории гравитации».

Множество других задач из различных областей науки и техники, решаемых с помощью «элемента изобретения», приведены в монографии автора «Инженер, математика и другие. Простые методы математического моделирования природных и технологических процессов». – Донецк: «Новый мир». – 1995. – 224 с.

В заключение заметим, что существующее разделение наук на «технические» и «физико-математические» постепенно нивелируется: первые по сложности математического аппарата, использованию ЭВМ и др. атрибутов современности практически догнали вторых, взяв их идеологию, приемы и средства себе за образец. Растущая мощь и быстродействие ЭВМ приучили нас не бояться сложностей окружающего мира. Но не нужно забывать, что при этом мы перестаем видеть простоту его глубинных закономерностей!

Более сорока тысяч лет назад на Земле появились кроманьонцы, которые по своему внешнему виду, объему мозга и прочим атрибутам человека разумного практически не отличаются от нас – прямых их потомков, О чем это говорит? Лишь о том, что сорок тысяч лет человек не эволюционировал! Почему? Да потому, что он занимался не совершенствованием себя самого, а совершенствованием орудий труда, т.е. шлифовал свои костыли! Сейчас этот процесс достиг апогея: свою основную функцию – мышление мы стали перекладывать на ЭВМ. Не пойдет ли при этом наша эволюция вспять?