

**О Фоме и Ереме,  
об асимметричном оружии,  
изысках средневековых схоластов,  
нано - объектах и угрозе Апокалипсиса.<sup>1</sup>**

**А.С. Яковлев, к.т.н.  
директор и научный руководитель  
редукторной фирмы ООО «СПИН» (г. Орел)**

Вот уже более года, как, словно потревоженный пчелиный улей, гудит дискуссия, вызванная пресловутой (уже можно так ее назвать) статьей канд.техн.наук Журавлева Г.А. «Ошибочность физических основ зацепления Новикова как причина ограниченности его применения»,<sup>2</sup> [1] вброшенной в круг мирно дремавших зубчатников.

Разбуженный авангард зубчатников - новиковцев вдребезги (как им наивным казалось) разнес нападки Германа Александровича (в дальнейшем по тексту - Г.А.), но не тут то было! Г.А. не стал опровергать по отдельности каждого из его опровергателей (их то вона сколько!), а применил модный на сегодня асимметричный ответ (или проще: на вопросы о Фоме стал рассказывать байки о Ереме). На доказательства преимуществ зацепления Новикова, подтверждаемое многочисленными исследованиями в СССР, России и зарубежом Г.А. просветил мир статьей «Об эффектах кривизны», [2] чем поставил своих противников в некое щекотливое положение, ибо большинство из них представляло себе кривизну, слишком уж видно примитивно, как производную от направления по длине (некоторые подозревали - уж не о кривизне ли пространства Эйнштейна идет речь или какой-либо еще концептуальной кривизне?).

Не дав времени оппонентам прийти в себя, Г.А. предложил им задуматься над тем, как же можно при расчете зубчатых передач с номинально линейным контактом, доверять общепринятой рутинной концепции начально-линейчатого контакта и предложил, как панацею, концепцию начально-точечного контакта. [3]

Блестящая идея! Необходимо всего лишь дать бы ей еще и экспериментальное подтверждение (что может быть и восстановит поруганную честь концепции начально-линейчатого контакта).

На рис. 1 и рис. 2 представлены фотографии отпечатков контактных площадок, полученные в наших с Борисенковым В.А. экспериментах на оргстеклянных моделях [4] (нагрузка корректировалась в соответствии с различием модулей упругости оргстекла и стали) зубчатых пар - в первом случае при отсутствии непараллельности и перекаса оси, а во втором при перекасе  $\gamma = 0,7 \cdot 10^{-3}$  рад.

Посмотрите, упорно практикующие отжившую свой век рутинную концепцию начально-линейчатого контакта, разве похожи эти площадки на четкие узкие прямоугольники и трапеции (при  $\neq 0$ ), предсказываемые рутинной концепцией начально-линейчатого контакта? Концепция Г.А. начально-точечного контакта может торжествовать - это же почти идеальные эллипсы! Что, не видите эллипсов? Странно... Тогда обратитесь за разъяснениями к Г.А.

В работе [5] Г.А. предложил уточненный расчет сближения осей двух параллельных сжимаемых цилиндров по формуле<sup>3</sup>

$$\delta = \frac{2q}{\pi} \sum_{j=1}^n \eta_i \left\{ \ln \frac{2R_i}{b} - \frac{1}{2} + \ln 2 + \sum_{i=1}^n \frac{(-1)^{j+1}}{2^j(j+1)!} \left[ \frac{1}{2^j} - \frac{(2^{2j-1})(2j-1)!! B_{2j}}{j(2j)!} \right] \left( \frac{b}{R_i} \right)^{2j} \right\}, j = 1, 2, 3, 4 \dots n \quad (1)$$

где:

$B_{2j}$  - числа Бернулли! (здесь «!» - восторг, а не факториал, как в формуле);

$\eta$  - упругая характеристика материала цилиндров, мм<sup>2</sup>/н;

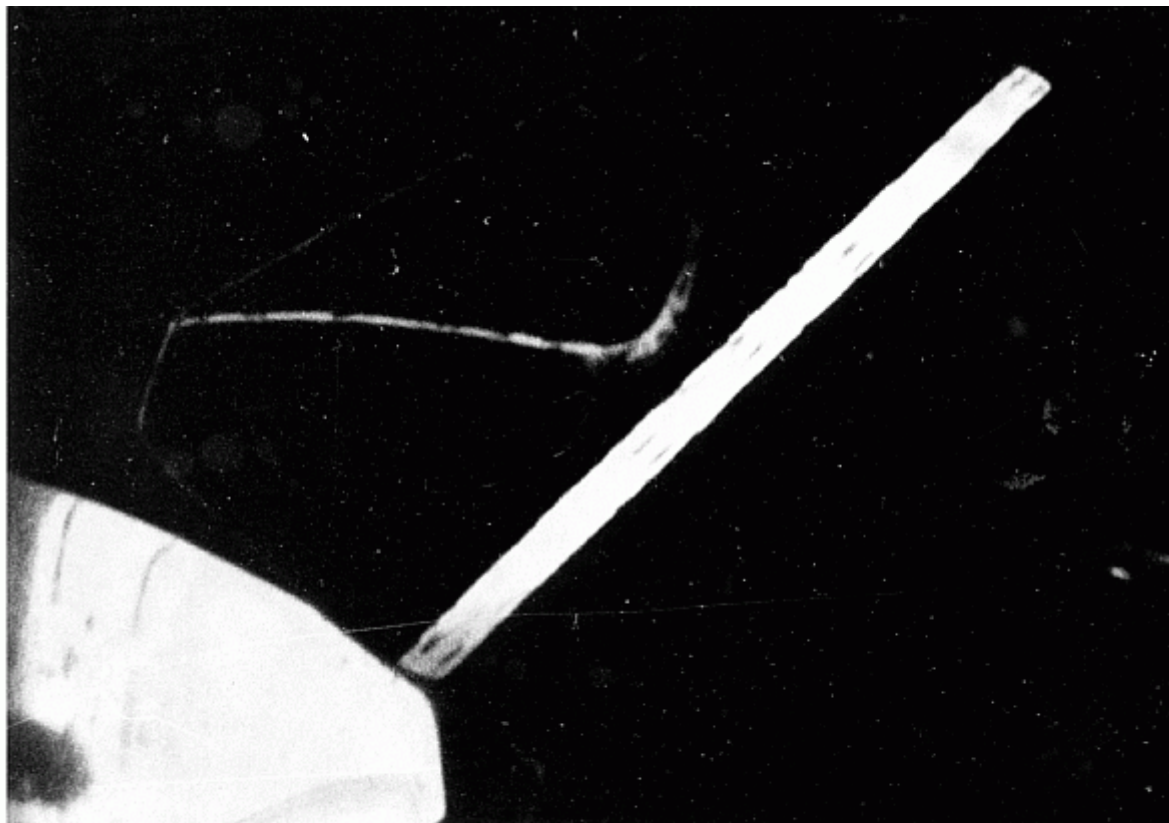
$q$  - линейная нагруженность контакта, н/мм;

$R$  - радиус цилиндра, мм;

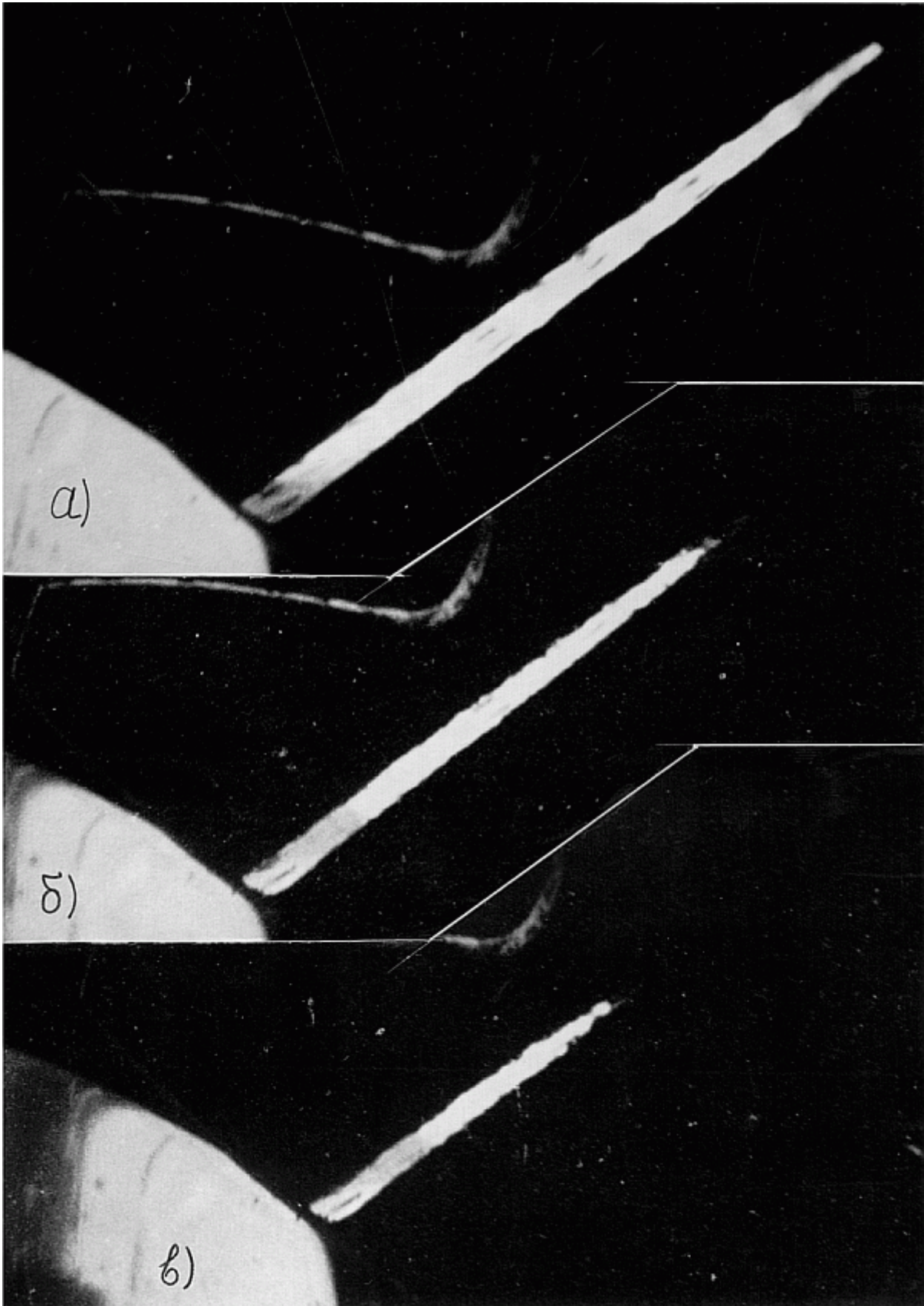
$i = 1, 2$  индексы сжимаемых цилиндров;  
 $j$  - индекс - порядковый номер членов супер-ряда.

В этой формуле три первые слагаемые в  $\{ \}$  соответствуют известному решению, которое обозначим  $\delta_0$ , а четвертое - супер фантастический ряд и есть изюминка Г.А.

Один только вид этой формулы должен, по мнению Г.А., вселять в приземленные души инженеров робость



**Рис. 1. Площадка контакта зубчатой пары:  $m=11\text{мм}$ ;  $z_1=35$ ;  $z_2=36$ ;  $b_w=200$ ;  $x_1=0,15$ ;  $x_2=0$ ;  $a_w=400\text{мм}$ ;  $\beta=\arccos 0,98$ ;  $F_n=5500\text{ Н}$ ;  $E=3150\text{ МПа}$  (оргстекло);  $\mu=0,98$ ; перекося осей  $\gamma=0$ .**



**Рис. 2. Площадки контакта зубчатой пары  
(параметры см. Рис.1) и  $\gamma=0,7 \cdot 10^{-3}$  рад.**

Очевидно по этой причине Г.А. приводит эту формулу чуть ли не в каждой публикации на сайтах журнала РИП, подчеркивая их высокий научный уровень. Оно, конечно, и не заглядывая в { } формулы (1) видно, что одно только

ограничивает точность определения несколькими процентами (всякие там химсоставы, термообработки и пр.), но уточнение этого  $\eta$  – дело физиков, химиков и прочих там металлургов, а вот внутри { } введение дополнительного супер-ряда должно образовать скептиков и поставить их на место

Во всяком случае, это претенциозное уточнение побудило нас (из числа скептиков) рассмотреть его со всей серьезностью.

При учете в { } только первых трех слагаемых формула (1) дает известное решение (обозначим его  $\delta_0$ ), а каждый последующий  $j$ -ый член ряда уточняет  $\delta$  на  $\Delta\delta_j$ . По скромному заверению Г.А. для обычной практики достаточно и двух первых членов ряда  $\Delta\delta_1$  и  $\Delta\delta_2$ . Наш брат инженер испытывает, как упоминалось выше, некоторые робость и недоверие в оценке таких сложных выражений как предложенный ряд; он хочет все просчитать, прочувствовать, пощупать. Ну что же, поможем ему и рассмотрим пример: определим для двух сжимаемых стальных цилиндров с параллельными осями при условии:  $R_1 = R_2 = 25$  мм,  $q = 332,4$  Н/м ( $\sigma_n = 1000$  МПа) и  $\eta = 8,47 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>2</sup>/Н, ограничивая точность вычислений по рекомендации Г.А. учетом только  $\Delta\delta_1$  и  $\Delta\delta_2$ .

Произведя расчет, получим:  $\delta_0 = 0,0203$  мм (или  $2,03 \cdot 10^4$  нм – нанометров!),  $\Delta\delta_1 = 2,68 \cdot 10^{-2}$  нм и  $\Delta\delta_2 = 1,07 \cdot 10^{-7}$  нм. Просчитать то просчитали, но на ощупь это как-то не воспринимается, нужно сравнение с чем-то – нужен масштаб!

Масштаб великое дело! Вспоминается эпизод из «Нашего человека в Гаване» Грем-Грина, когда многоопытные эксперты английской МИ-6 приняли эскиз обычного пылесоса, кое-как нацарапанный горе-агентом (коммивояжером пылесосов), за некое секретное сооружение напоминающее гигантский пылесос!

И все потому, что тот горе-агент (хватило же все-таки ума) нарисовал рядом с пылесосом маа..аленького человечка – эффект достиг цели! Это может быть и выдумки, скажете, тогда пожалуйста пример из инженерной практики автора. Пришедший на завод через пару лет после автора его товарищ по «альма-матер» заказал через автора (а тот подписал эскиз не глядя) одно приспособление. Через пару часов к автору пришел бригадир слесарей с вопросом зачем у заказанного изделия какие-то ручки? Автор объяснил, что молодой инженер стремится к повышению культуры производства и ручки нужны для более удобной переноски изделия (не под мышкой же носить – все-таки весит 5-6 кг). «Какие ручки, что переносит», вскричал бригадир и достал из кармана блестящую отполированную шкуркой-нулевкой вещичку, в которой автор, не без труда, разгадал модель заказанного изделия в масштабе 1:10... Молодой друг автора, вчерашний студент, проставил размеры в см! Какова была реакция бригадира?

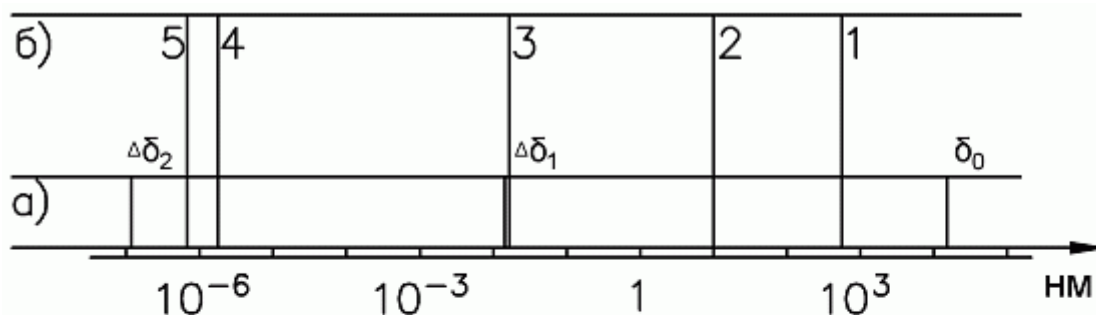


Рис. 3 Сравнительные размеры сближений  $\delta_0$ ,  $\Delta\delta_1$ ,  $\Delta\delta_2$  и некоторые физические (и физико-мифические) объекты.

а)  $\delta_0 = 2,03 \cdot 10^4$  нм,  $\Delta\delta_1 = 2,68 \cdot 10^{-2}$  нм,  $\Delta\delta_2 = 1,07 \cdot 10^{-7}$  нм.

б) 1 - длина волны красного света, 700 нм;

2 - условный диаметр острия иглы, на которой средневековые схоласты предполагали возможность размещения тысячи чертей [7]

3 - диаметр атома водорода,  $3 \cdot 10^{-2}$  нм;

4 - размер атомного ядра,  $3 \cdot 10^{-6}$  нм;

5 - размер протона,  $8 \cdot 10^{-7}$  нм.

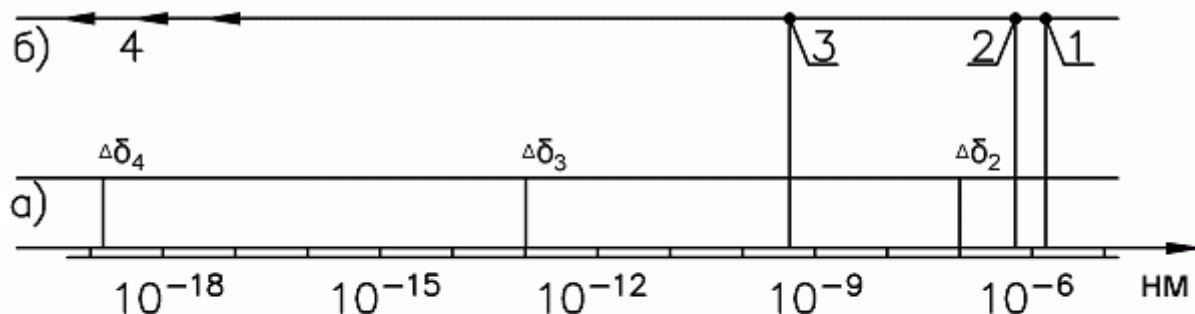


Рис. 4 Продолжение рисунка 3.

а)  $\Delta\delta_3 = 1,08 \cdot 10^{-13}$  нм,  $\Delta\delta_4 = 1,97 \cdot 10^{-19}$  нм.

б) 1 и 2 - размеры атомного ядра и протона (см. Рис. 3);

3 - размер кварка,  $0,7 \cdot 10^{-9}$  нм [8];

4 - "схлоп" вселенной со всеми "смешанными и сверхаддитивными концепциями, числами Бернулли" и всем дискуссионным клубом...

Таблица размеров (м) некоторых известных объектов.

Размер протона	$8 \cdot 10^{-16}$
Размер атомного ядра	$3 \cdot 10^{-15}$
Диаметр атома водорода	0,000 000 00003
Диаметр молекулы глюкозы	0,000 000 0007
Диаметр молекулы ДНК	0,000 000 002
Длина волны красного света	0,000 0007
Средний диаметр клетки человеческого тела	0,000 05
Диаметр пылинки	0,001
Диаметр булавоочной головки	0,001
Ширина человеческого ногтя	0,01
Длинный шаг человека	1
Длина пищеварительного тракта человека	10
Диаметр Земли	12 750 000
Путь, который проходит свет в вакууме за 1	300 000 000
Диаметр Солнца	1 390 000 000
Расстояние от Земли до Солнца	149 500 000 000
Световой год	$9,5 \cdot 10^{15}$
Расстояние до ближайшей неподвижной звезды	$4 \cdot 10^{19}$
Диаметр Галактики	$7 \cdot 10^{20}$
Расстояние от Земли до галактики Туманность	$10^{22}$
Размеры Вселенной	$10^{23}$

Он что возмущался, путем суперсложных народных выражений? Он что швырнул это изделие куда подальше? Не угадаете - он зрелый авторитетный рабочий человек упал на пол и стал кататься по нему, с трудом выкрикивая сквозь приступы безудержного хохота: «Ах...ах я ...ах я ...старый дурак, как же это я не догадался!» А ведь он имел дело с этим изделием, можно сказать, каждый день и сам изготовил не одно из них! Правда в масштабе 1:1! Вот что такое масштаб!

Для физического ощущения этих  $\Delta\delta_1$  и  $\Delta\delta_2$  изобразим их на рис. 3 совместно с известными физическими (и мифическими) объектами на логарифмической оси в нанометрах (можно было бы и в пикометрах, фемтометрах или даже аттометрах, но кто о них слышал - вот нано - сегодня в фаворе!), а также приведем таблицу размеров некоторых известных объектов [6].

Итак (см. рис. 3а и 3б) Г.А. скромно предлагает ограничить точность вычисления  $\delta$  величиной  $\Delta\delta_2$  размером в 1/8 протона! Ограничение точности вычислений величиной  $\Delta\delta_1$  совершенно недопустимо - ведь это уже диаметр атома водорода! Ну, что Вы на это скажете, уважаемые дискуссанты?! Что, ничего от смеха сказать не можете, катаясь по полу, как тот бригадир!

Нет, подождите, еще не вечер, ведь остаются еще  $\Delta\delta_3$  и  $\Delta\delta_4$  (а судя по многоточию

в конце формулы (1) –  $n = 1, 2, 3, 4...$  (продолжать можно до бесконечности) равные соответственно  $1,08 \cdot 10^{-13}$  нм и  $1,97 \cdot 10^{-19}$  нм и изображенные на рис. 4«а». Что же расположить на шкале «б»? (рис. 4) Какие физические объекты? Нечего – разве только кварк...

Но пасует и кварк (с чудовищно большим по сравнению с  $\Delta\delta_4$  размером  $0,7 \cdot 10^{-9}$  нм), он во столько раз больше  $\Delta\delta_4$ , во сколько солнце больше пылинки диаметром 0,4 мм!

Это что, абсурд? Хуже...это уже напоминает нечто противоположное космологическому большому взрыву какой-то «схлоп» вселенной вместе со всеми смешанными сверхаддитивными концепциями, числами Бернулли и всем дискуссионным клубом!

Ужас, Апокалипсис какой-то! Чур! Чур, нас... чур!

Пора тихонько... заканчивать дискуссию...

<sup>1</sup> Нетрадиционный для технического журнала стиль (некоторые даже скажут жанр) этой статьи: использован с целью снять стресс безысходности зашедшей в тупик дискуссии, показать, что не все в этой дискуссии столь мрачно, что в ней присутствуют моменты, могущие посоперничать с фантазиями Жюль-Верна, Д.Свифта и Мулдашева (Гималаи – пирамиды атлантов) и леденящими душу откровениями Ивана Богослова... Показать, что этот стиль, пожалуй, оптимальный для рассмотрения некоторых «супер-идей» и «аддитивных концепций» и прекращения дискуссии.

<sup>2</sup> А вообще то, как это физические основы объекта могут быть ошибочными? Всякие основы объекта, какие есть такие и есть, это их данность! Ошибочным может быть лишь понимание этих основ. И тем не менее, статья, само название которой лишено смысла, вызвала такую сумасшедшую дискуссию. Это как в карикатуре Бидструпа: черт забравшись в недра вулкана, и разжигая его с хитрой ухмылкой, приговаривает: «И дело то нехитрое, а чаду будет!!»

<sup>3</sup> Вроде бы и сил не стоило тратить на эту задачку, используемую в отвергаемой Г.А. концепции начально-линейчатого контакта, но соблазн получения лавров от неотразимо столь изящного решения оказался сильнее.

### Список литературы

1. Журавлев Г.А. – Ошибочность физических основ зацепления Новикова как причина ограниченности его применения. Журнал редукторы и приводы. С.-Петербург, 2006г., № 1, с.38-45
2. Журавлев Г.А. – Эффекты кривизны тел, моделируемых круговыми цилиндрами и физические основы совершенствования зубчатых передач. <http://www.reduktor-news.ru/arc/otziv/1/25/25.doc>
3. Журавлев Г.А. К обсуждению физических основ совершенствования зубчатых передач. <http://www.reduktor-news.ru/arc/otziv/1/27/27.doc>
4. Борисенков В.А. Разработка уточненного метода расчета цилиндрических эвольвентных передач на прочность на основе решения пространственной задачи теории упругости. Диссертация на соискание ученой степени канд.техн.наук. Специальность 05.02.02. Машиноведение и детали машин УДК 620.833.1.001.24.539.4. Ленинград, 1984г.
5. Журавлев Г.А. О роли кривизны в контактном сближении упругих тел с начальным касанием по прямой линии. <http://www.reduktor-news.ru/arc/otziv/1/25/25.pdf>
6. Таблица линейных размеров некоторых физических объектов. <http://www.calc.ru/112.html>
7. Острые иглы по исследованию текстильной промышленности составляет порядка 10 нм [http://xxt2006.chtd.tpu.ru/uploads/pdf/121\\_811.pdf](http://xxt2006.chtd.tpu.ru/uploads/pdf/121_811.pdf)
8. Размер кварка  $0,7 \cdot 10^{-9}$  нм. <http://www.new-physics.narod.ru>