Ерохов И.В.

ЧИСЛЕННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РАЗМЕРНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Естественно, что физические величины, доступные для измерений, всегда группировались по отраслям знаний. Не подлежит также сомнению и то, что у ученых всегда появлялось желание свести известные науке величины в систему, которая могла бы облегчить применение достижений метрологии в прикладных науках. Вероятнее всего попытки создания системы физических величин предпринимались не один раз, но успешной стала только та система, которую предложил в 1832 году К. Гаусс, CGS (СГС).

Физические величины системы были разделены на основные и производные, размерность которых вычислялась по определенным формулам из размерностей основных. Как следует из названия системы единиц, основными величинами были: сантиметр, грамм, секунда. Были попытки назвать систему физических единиц СГС абсолютной, но она была не единственной и не могла удовлетворить требования всех известных наук. Например, астрономы имели свою «систему физических величин» и считали ее более удобной. В их системе масса считалась производной величиной и ее размерность они записывали как $\left[L^3T^{-2}\right]$. Для ученых других отраслей знания такое определение массы было настолько необычным, что Дж. К. Максвелл в своем трактате «Электричество и магнетизм» [1] поместил доказательство справедливости такой трактовки одной из основных физических величин СГС.

Максвелл использовал результаты знаменитых опытов Галилея по определению ускорения земного притяжения. Считалось, что на тело, которое Галилей сбрасывал с знаменитой башни, действовала только сила гравитации, под ее воздействием оно перемещалось в пространстве на расстояние:

$$s=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}\frac{m}{r^2}t^2, \qquad (1)$$

где s – путь; g – ускорение земного притяжения; t – время;
m – масса; r – высота над поверхностью земли точки, с которой началось движение тела.

После замены ускорения земного притяжения выражением, найденным Ньютоном, из формулы (1) получаем выражение для массы:

$$m=\frac{2sr^2}{t^2}. \qquad (2)$$

Выражение для ускорения земного притяжения сегодня записывают по-другому:

$$g=G\frac{m}{r^2}, \qquad (3)$$

где G - гравитационная постоянная размерности [$м^3с^{-2}кг^{-1}$].

Если заменить килограмм-массу в размерности G на $\left[L^3T^{-2}\right]$, то станет очевидно, что гравитационная постоянная в кинематической системе физических величин имеет размерность $\left[L^0T^0\right]$.

Из уравнения (2) видно, что размерность массы действительно равна $\left[L^3T^{-2}\right]$. Таким образом, создатель теории электромагнитного поля уже тогда мог отказаться от массы как основной физической величины системы СГС и начать развивать кинематическую систему физических величин.

Почти через сто лет эту работу довелось выполнить советскому ученому Роберту Орос ди Бартини [2]. Кинематическая система физических величин выглядит следующим образом:

T^S \ L^R	L^{-3}	L^{-2}	L^{-1}	L^{0}	L^{1}	L^{2}	L^{3}	L^{4}	L^{5}	L^{6}
T^{-6}							L^3T^{-6}	L^4T^{-6}	Изменение мощности	Скорость передачи мощности
T^{-5}						Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии
T^{-4}					Изменение плотности тока	Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Момент силы Энергия	Скорость передачи действия
T^{-3}				Изменение углового ускорения	Плотность тока	Напряженность эл-маг. поля Градиент	Ток Массовый расход	Скорость смещения заряда Импульс	Момент количества движения Действие	Момент действия
T^{-2}			Изменение объемной плотности	Массовая плотность Угловое ускорение	Ускорение	Разность потенциалов	Масса Количество магнетизма Количество электричества	Магнитный момент	Момент инерции	
T^{-1}		$L^{-2}T^{-1}$	$L^{-1}T^{-1}$	Частота	Скорость	Обильность 2-х мерная	Расход объемный	Скорость смещения объема		
T^{0}	$L^{-3}T^{0}$	$L^{-2}T^{0}$	Изменение проводимости	Безразмерные константы	Длина Емкость Самоиндукция	Поверхность	Объем пространственный			
T^{1}	$L^{-3}T^{1}$	Изменение магнитной проницаемости	Проводимость	Период	Длительность расстояния	L^2T^1				
T^{2}	$L^{-3}T^{2}$	Магнитная проницаемость	$L^{-1}T^{2}$	Поверхность времени	L^1T^2					
T^{3}	$L^{-3}T^{3}$	$L^{-2}T^{3}$	$L^{-1}T^{3}$	Объем времени						

Из приведенной матрицы видно, что физические величины масса и количество электричества занимают одну и ту же клетку таблицы, что особо подчеркивается в тексте статьи [2]:
«В кинематической системе LT размерность заряда (гравитационного и электрического) равна

$$\dim m = \dim e = L^3T^{-2} \text{ ».}$$

В работах [3], [4] подробно излагается порядок получения некоторых численных значений, которые можно рассматривать как аналог размерности физической величины, записанной в традиционном виде с помощью радикалов размерности, возведенных в соответствующие степени (α, β, γ) :

$$L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} .$$

Для каждой физической величины можно получить свое численное значение коэффициента физической размеренности (КФР), которое полностью характеризует системные свойства этой физической величины. Значения КФР сведены в таблицу 1 [3].

Таблица №1

№ п/п	Наименование параметра	Обозна-чение	Обозн. коэфф.	Величина коэф-фициента	Величина коэффициента	Прив. величин.
1	Расстояние (радиус)	$R(Sl)$	R^*	1,259921	1,259921	2^4
2	Скорость	$v\ (c)$	v^*	$1{,}122462^{-1}$	0,890900	2^{-2}
3	Период колебания	T	T^*	1,414213	1,414213	2^6
4	Частота колебания	υ	υ^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
5	Масса	m	m^*	$1{,}122462^{-1}$	0,890900	2^{-2}
6	Ускорение	a	a^*	$1{,}587401^{-1}$	0,629961	2^{-8}
7	Ускорение силы тяжести	g	g^*	$1{,}587401^{-1}$	0,629961	2^{-8}
8	Сила взаимодействия	F	F^*	$1{,}781797^{-1}$	0,561231	2^{-10}
9	Время	t	t^*	1,414213	1,414213	2^6
10	Энергия	W	W^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
11	Работа	A	A^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
12	Мощность	N	N^*	$2{,}00^{-1}$	0,500	2^{-12}
13	Коэффициент гравитации	G	G^*	1,122462	1,122462	2^2
14	Удельный заряд	f	f^*	1,059463	1,059463	2
15	Угловая скорость	ω	ω^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
16	Объём	V	V^*	2,00	2,00	2^{12}
17	Плотность	ρ	ρ^*	$2{,}244920^{-1}$	0,445449	2^{-14}
18	Модуль упругости	p	p^*	$2{,}828430^{-1}$	0,353553	2^{-18}
19	Заряд	e	e^*	$1{,}059463^{-1}$	0,943874	2^{-1}
20	Напряжённость эл. поля	E	E^*	$1{,}681790^{-1}$	0,594604	2^{-9}
21	Потенциал элект. поля	φ	φ^*	$1{,}334840^{-1}$	0,749154	2^{-5}
22	Электроёмкость	C	C^*	1,259921	1,259921	2^4
23	Электрическая индукция	D	D^*	$1{,}681799^{-1}$	0,594604	2^{-9}
24	Сила тока	J	J^*	$1{,}498300^{-1}$	0,667420	2^{-7}
25	Электродвижущая сила	Ξ	Ξ^*	$1{,}334840^{-1}$	0,749154	2^{-5}
26	Напряжение	υ	υ^*	$1{,}334840^{-1}$	0,749154	2^{-5}
27	Сопротивление	R_o	R_o^*	1,122462	1,122462	2^2
28	Электропроводность	I	I	$1{,}122462^{-1}$	0,89090	2^{-2}
29	Поток напряжённости	b_o	b_o^*	1,059463-1	0,943874	2^{-1}
30	Плотность тока	i	i^*	$2{,}374840^{-1}$	0,420448	2^{-16}
31	Удельная проводимость	j	j^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
32	Магнитная постоянная	μ	μ^*	1,259921	1,259921	2^4
33	Напряжённость магн. поля	H	H^*	$1{,}887550^{-1}$	0,529732	2^{-9}
34	Магнитная индукция	B	B^*	$1{,}498300^{-1}$	0,667420	2^{-7}
35	Поток магн. индукции	Φ	Φ	1,059463	1,059463	2
36	Коэффициент магн. индук.	M	M^*	1,587401	1,587401	2^8
37	Температура	τ	τ^*	1,00	1,00	2^0
38	Универсальн. газовая пост.	B_o	B_o^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
39	Постоянная Больцмана	k	k^*	$1{,}414213^{-1}$	0,707107	2^{-6}
…	… … … …	... ...	... ...	… … …	… … …	… …

Кратко опишем оголовок таблицы. Во второй колонке таблицы 1 находится название физической величины, в четвертой колонке – символ КФР, в шестой колонке – численное значение коэффициента, а в пятой – его обратная величина.

В седьмой колонке таблицы располагаются показательные функции, основанием которых является число 2. Запись следует понимать так: в строке 5 содержится выражение 2^{-2}, а читать это следует как $\sqrt[-2]{2}$.

Все численные значения колонки 6 таблицы 1 являются членами геометрической прогрессии с корнем 1,059463 и начальным элементом 1. У прогрессии две ветви: восходящая и нисходящая. В восходящей ветви каждый предыдущий член прогрессии умножается на корень 1,059463, а в нисходящей ветви каждый предыдущий член делится на тот же корень 1,059463. Значение КФР можно также получить, извлекая корень указанной степени из числа 2. Отметим, что строка 5 таблицы (масса) содержит значение КФР 0,890900, а строка 19 (заряд) – 0,943874. Однако выше было отмечено, что электрический заряд и масса должны иметь одну и ту же размерность, а, следовательно, одно и то же значение КФР.

Что можно сказать? В работу закралась невольная ошибка, которая могла настигнуть любого исследователя этой отрасли. Автор таблицы 1 понимал это и в работе [4] высказал своеобразное опасение:

«Наличие одного коэффициента связности (значимости), требует такого подбора уравнений, в которых задействовано минимальное количество параметров, т.е. входит параметр R, а новые параметры добавляются, с прибавлением уравнений».

Попробуем проверить как выбор очередного уравнения влияет на результат.

Получение первого численного коэффициента в работе [3] (КФР длины) сопровождается наглядным примером. Автор предлагает представить два пластилиновых шарика одинакового размера (радиус **r**), а, следовательно, – объема:

$$V_1 = 4\pi \frac{r^3}{3}. \qquad (4)$$

Объединим материал этих шариков и сформируем шар, который будет обладать удвоенным объемом $V_2 = 2V_1$ и радиусом **R**:

$$V_2 = 4\pi \frac{R^3}{3}. \qquad (5)$$

После подстановки формул (4), (5) в равенство, представленное выше, получим:

$$R = r\sqrt[3]{2}.$$

Если принять, что r= 1, то радиус большого шара будет равен:

$$R^{\bullet} = 1,259921... \qquad (6)$$

Это значение есть КФР длины. Легко проверить, что объем куба с единичным ребром равен 1, а объем куба с ребром (6) – в два раза больше. Из этого следует вывод, что число (6) характеризует не только радиус большого шара, но и любой линейный размер.

КФР времени находится из определения массы в кинематической системе физических величин:

$$\frac{R^3}{\tau^2}=1. \qquad (7)$$

Следует отметить, что, приравнивая левую часть равенства (7) единице, автор работ [3], [4] невольно устанавливал величину КФР массы. Поиски этого значения с помощью других уравнений привели его к ошибке, отмеченной выше.

Значение КФР длины равно 1,259921, поэтому из равенства (7) легко находим значение КФР времени:

$$\tau^{\square}=\sqrt{R^3}=\sqrt{2}=1,414213... \qquad (8)$$

Определим формально КФР массы с помощью формулы размерности этой физической величины:

$$m^{\square}=\frac{L^3}{T^2}=\frac{1,259921^3}{1,414213^2}=1. \qquad (9)$$

Таким образом, мы уходим от процесса интуитивного подбора уравнений и согласовываем дальнейшие шаги с системой физических величин Р. Бартини.

Для примера вычислим КФР ячеек главной диагонали таблицы физических величин Бартини, таблица 2.

Таблица 2.

1	$L^{-3}T^3$	1,414213	6	L^2T^{-2}	0,793700
2	$L^{-2}T^2$	1,259921	7	L^3T^{-3}	0,707107
3	$L^{-1}T^1$	1,122461	8	L^4T^{-4}	0,629960
4	L^0T^0	1	9	L^5T^{-5}	0,561231
5	L^1T^{-1}	0,890899	10	L^6T^{-6}	0,5

Содержание ячеек главной диагонали определяется только обозначенной размерностью, т.е. в каждую ячейку могут входить физические величины из разных отраслей знания. Ячейка диагонали под номером 1 не содержит ни одного названия физической величины, вероятно, физические величины этой размерности наукой пока не используются. Размерности ячейки 1 и ячейки 7 связаны простым отношением

$$\left[L^{-3}T^3\right]=\frac{1}{\left[L^3T^{-3}\right]},$$

действие отношения распространяется и на значения КФР.

Ячейка под номером 2 содержит (среди прочих) физическую константу: магнитную постоянную μ_0. На следующей позиции располагается величина электрической проводимости. Далее следуют безразмерные константы: ε_0 - электрическая постоянная, G – гравитационная постоянная (и другие). Ячейки 5, 6, 7, имеющие «зеркальную» размерность по сравнению с ячейками 1, 2, 3 и включают в себя такие физические величины как: скорость, разность потенциалов, сила электрического тока. Именно эти величины записаны в таблице системы физических величин Р.О. Бартини, приведенной выше. В ячейках 8, 9, 10 отмечены следующие физические величины: сила, мощность, скорость передачи мощности.

Система физических величин Р.О. Бартини получена в результате строгого математического исследования. Автор системы ставил перед собой задачу найти соотношения между физическими величинами и вычислить известные физические константы. Для решения последней задачи ему потребовались численные коэффициенты, колонка 4 таблицы 3.

Таблица 3

Параметр	Обозначение	Структурная формула	$K = \delta E^{\alpha} B^{\beta}$	Аналитические значения		
				LT		CGS
1	2	3	4	5		6
Постоянная Зоммерфельда	$1/\alpha$	$1/2E$	$2^{-1}\pi^{0}E^{0}B^{0}$	$1,370375 \cdot 10^{2}$	$l^{0}t^{0}$	$1,370375 \cdot 10^{2}$
Постоянная гравитации	$\varkappa$	$1/4\pi F^{*}$	$2^{-2}\pi^{-1}E^{0}B^{0}$	$7,986889 \cdot 10^{-2}$	$l^{0}t^{0}$	$6,670024 \cdot 10^{-8}$
Фундаментальная скорость	c	l/t	$2^{0}\pi^{0}E^{0}B^{0}$	$1,000000 \cdot 10^{0}$	$l^{1}t^{-1}$	$2,997930 \cdot 10^{10}$
Базисное отношение масс	n/m	$2B/\pi$	$2^{1}\pi^{-1}E^{0}B^{1}$	$1,836867 \cdot 10^{3}$	$l^{0}t^{0}$	$1,836867 \cdot 10^{3}$
Базисное отношение зарядов	e/m	B^{6}	$2^{0}\pi^{0}E^{0}B^{6}$	$5,770146 \cdot 10^{20}$	$l^{0}t^{0}$	$5,273048 \cdot 10^{17}$
Гравитационный радиус электрона	ρ	$r/2\pi B^{12}$	$2^{-1}\pi^{-1}E_{0}B^{-12}$	$4,7802045 \cdot 10^{-43}$	$l^{1}t^{0}$	$1,346990 \cdot 10^{-55}$
Электрический радиус электрона	ρ_{e}	$r/2\pi B^{6}$	$2^{-1}\pi^{-1}E^{0}B^{-6}$	$2,753248 \cdot 10^{-21}$	$l^{1}t^{0}$	$7,772329 \cdot 10^{-35}$
Классический радиус инверсии	r	$\sqrt{R\rho}$	$2^{0}\pi^{0}E^{0}B^{0}$	$1,000000 \cdot 10^{0}$	$l^{1}t^{0}$	$2,817850 \cdot 10^{-13}$
Космический радиус	R	$2\pi B^{12}r$	$2^{1}\pi^{1}E^{0}B^{12}$	$2,091961 \cdot 10^{42}$	$l^{1}t^{0}$	$5,894831 \cdot 10^{29}$
Масса электрона	m	$2\pi\rho c^{2}$	$2^{0}\pi^{0}E^{0}B^{-12}$	$3,003491 \cdot 10^{-42}$	$l^{3}t^{-2}$	$9,108300 \cdot 10^{-28}$
Масса нуклона	n	$2rc^{2}/\pi B^{11}$	$2^{1}\pi^{-1}E^{0}B^{-11}$	$5,517016 \cdot 10^{-39}$	$l^{3}t^{-2}$	$1,673074 \cdot 10^{-24}$
Заряд электрона	e	$2\pi\rho_{e}c^{2}$	$2^{0}\pi^{0}E^{0}B^{-6}$	$1,733058 \cdot 10^{-21}$	$l^{3}t^{-2}$	$4,802850 \cdot 10^{-10}$
Масса космическая	M	$2\pi Rc^{2}$	$2^{2}\pi^{2}E^{0}B^{12}$	$1,314417 \cdot 10^{43}$	$l^{3}t^{-2}$	$3,986064 \cdot 10^{57}$
Период космический	T	$2\pi B^{12}t$	$2^{1}\pi^{1}E^{0}B^{12}$	$2,091961 \cdot 10^{42}$	$l^{0}t^{1}$	$1,966300 \cdot 10^{19}$
Плотность космическая	γ_{κ}	$M/2\pi^{2}R^{3}$	$2^{-2}\pi^{-3}E^{0}B^{-24}$	$7,273495 \cdot 10^{-86}$	$l^{0}t^{-2}$	$9,858261 \cdot 10^{-34}$
Действие космическое	H	$Mc2\pi R$	$2^{4}\pi^{4}E^{0}B^{24}$	$1,727694 \cdot 10^{86}$	$l^{5}t^{-3}$	$4,426057 \cdot 10^{98}$
Число актуальных экземпляров	N	R/ρ	$2^{2}\pi^{2}E^{0}B^{24}$	$4,376299 \cdot 10^{84}$	$l^{0}t^{0}$	$4,376299 \cdot 10^{84}$
Число элементарных актов	A	NT	$2^{3}\pi^{3}E^{0}B^{36}$	$9,155046 \cdot 10^{126}$	$l^{0}t^{0}$	$9,155046 \cdot 10^{126}$
Постоянная Планка	h	$mc\pi Er$	$2^{0}\pi^{1}E^{1}B^{-12}$	$2,586100 \cdot 10^{-39}$	$l^{5}t^{-3}$	$6,625152 \cdot 10^{-27}$
Магнетон Бора	μ_{B}	$Er^{2}c^{2}/4B^{6}$	$2^{-2}\pi^{0}E^{1}B^{-6}$	$1,187469 \cdot 10^{-19}$	$l^{4}t^{-2}$	$9,273128 \cdot 10^{-21}$
Частота Комптона	ν_{c}	$c/2\pi Er$	$2^{-1}\pi^{-1}E^{-1}B^{0}$	$5,806987 \cdot 10^{-4}$	$l^{0}t^{-1}$	$6,178094 \cdot 10^{19}$

Численные коэффициенты E и B в какой-то мере напоминают КФР и служат цели установления аналитических связей между основными физическими константами, которые до этого определялись только эмпирически. Константы находят по формуле [2]:

$$K = \delta \tilde{E}^{\alpha} \tilde{B}^{\beta}, \qquad (10)$$

где δ - коэффициент «квантованный поворот»;

α, β - некоторые целые числа;

E = 274,074996, B= 2885,3453.

Результаты этого математического исследования были предметом доклада на заседании АН СССР и опубликованы [5]. Работа выполнена на высоком теоретическом уровне и без знания высшей алгебры, топологии, теории групп понять ее очень сложно. Работа Р.О. Бартини является чрезвычайно интересной, т.к. система физических величин и значения основных физических констант были впервые получены, как говорится, на кончике пера.

В завершение хочется отметить, что авторы интересных работ [3], [4], а также [6], увлеченные красотой математических моделей, иногда забывают о физике. Авторам статьи [6] это было показано с помощью простых примеров [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме. В двух томах, Т.1. – М.: Наука, 1989. – 416с.

2. Бартини Р.О. Соотношения между физическими величинами./Сб. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. – М.: Атомиздат, 1966, с.249-266.
   «Академия Тринитаризма», М., Эл.№77-6567, публ.17220, 16.01.2012, http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311099.htm.

3. Черняев А.Ф. Система физических закономерностей./ «Академия Тринитаризма», М.,Эл.№77-6567, публ.18091, 06.07.2013, http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/00162142.htm.

4. Черняев А.Ф. Золотые размеренности естествознания./ «Академия Тринитаризма», М., Эл.№77-6567, публ.14227, 16.02.2007, http://trinitas.ru/rus/doc/0232/006a/02321016.htm.

5. Бартини Р.О. Некоторые соотношения между физическими константами.// Доклады Академии наук СССР. – М.: АН СССР. – 1965, том 163, №4, с. 861-864.

6. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. Устойчивое развитие: универсальный принцип синтеза естественных и социальных знаний./ «Академия Тринитаризма», М., Эл.№77-6567, пулб.15858, 28.03.2010, http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161629.htm

7. Ерохов И.В. Система физических величин Роберта Ороса ди Бартини./ «Академия Тринитаризма», М., Эл.№77-6567, публ.17235, 20.01.2012, http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311101.htm