Ерохов И.В.

Получение размерностей физических величин по Р.О.Бартини, электрические величины.

Система единиц физических величин введенная К.Гауссом содержит три основных единицы: длина, масса, время (L,M,T), с помощью которых выражают размерности производных величин, например, в [1]. Р.О.Бартини предложил систему единиц физических величин, где список основных состоит только из двух величин: длина и время [2]. Вычисление размерности производных величин в этой системе упрощается, так как формулы содержат только два радикала размерности (L,T). Естественно, массу, как физическую величину, система физических величин Бартини не упраздняет, просто ее радикал отсутствует при определении размерности производных величин.

В статье [2] приводится закон сохранения массы, выраженный через радикалы длины и времени:

$$\left[M\right]=\left[L^3T^{-2}\right]. \qquad (1)$$

Уравнение (1) можно интерпретировать следующим образом: «постоянство ускорения единичного объема космического вещества средней плотности гарантирует сохранение эталона массы». Кроме того, приведенное выше выражение напоминает формальную запись известного закона Кеплера:

«отношение куба радиуса планеты к квадрату периода ее обращения является величиной постоянной». Таким образом, нам дан ключ к получению размерности физической величины по Бартини, исходя из ее размерности по Гауссу.

Например, сила – физическая величина (ньютон) имеет размерность $\left[L^1M^1T^{-2}\right]$, которой в системе Бартини соответствует:

$$\left[F\right]=L^1(L^3T^{-2})^1T^{-2}=L^4T^{-4}. \qquad (2)$$

В справедливости выражения (2) можно убедиться по таблице пространственно-временных величин [2], [3], которую берем из статьи [3].

Таблица 1. Пространственно-временные величины.

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	Обальность 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 простран-ственный			
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						

Сравнение размерности электрических величин двух систем проведено в работе [4], которая, к сожалению, была опубликована в журнале регионального значения. Имеет смысл частично повторить содержание статьи, так как система физических величин Бартини продолжает интересовать научную общественность [3].

Исходным документом для преобразования размерности физических величин был выбран стандарт СЭВ [5], в котором, кроме массы, в списке основных присутствует величина – «сила электрического тока». Размерность этой величины по Бартини можно получить из размерности электрического тока по Гауссу [1]. Результаты преобразования сведены в таблицу 2, где в качестве признака группирования использовано понятие дименсионального объема [2]:

$$D^{n}=L^{i}T^{k},(n=i+k) \qquad (3)$$

Величина деменсионального объема принимает значения в интервале +3,-3.

Таблица 2. Размерности величин по Р.О. ди Бартини.

D^n	№ п/п	Символ величины	Наименование величины	Единица СИ	Единица Бартини
1	2	3	4	5	6
-2	1	ρ	Объемная плотность заряда	Êë / ì ^{3}	L^0T^{-2}
	2	δ	Плотность тока	À / ì ^{2}	L^1T^{-3}
-1	1	γ	Удельная проводимость	Î ì $^{-1}$ ì $^{-1}$	L^0T^{-1}
	2	B	Магнитная индукция	Òë	L^0T^{-1}
	3	f	Частота	Ãö	L^0T^{-1}
	4	R_M	Магнитное сопротивление	À / Âá	L^1T^{-2}
	5	E	Напряженность эл. поля	Â / ì	L^1T^{-2}
	6	D	Электрическое смещение	Êë / ì ^{2}	L^1T^{-2}
	7	σ	Поверхностный заряд	Êë / ì ^{2}	L^1T^{-2}
	8	H	Напряженность маг. поля	À / ì	L^2T^{-3}
0	1	μ_0	Магнитная постоянная	Ãí / ì	$L^{-2}T^2$
	2	R	Электр. сопротивление	Î ì	$L^{-1}T^1$
	3	ε_0	Электрическая постоянная	Ô / ì	L^0T^0
	4	g	Электрическая проводимость	Ñì	L^1T^{-1}
	5	A	Векторный маг. потенциал	Âá / ì	L^1T^{-1}
	6	φ	Электрический потенциал	Â	L^2T^{-2}
	7	τ	Линейный заряд	Êë / ì	L^2T^{-2}
	8	I	Сила электрического тока	À	L^3T^{-3}
	9	P	Мощность	Âò	L^5T^{-5}
1	1	Λ	Магнитная проводимость	Âá / À	$L^{-1}T^2$
	2	L	Индуктивность	Ãí	$L^{-1}T^2$
	3	ρ	Удельное сопротивление	Î ì Ì	L^0T^1
	4	C	Емкость электрическая	Ô	L^1T^0

	5	$\hat{O}$	Магнитный поток	*Âá*	L^2T^{-1}
	6	ψ	Потокосцепление	*Âá*	L^2T^{-1}
	7	q	Электрический заряд	*Êë*	L^3T^{-2}
	8	W	Энергия	*Äæ*	L^5T^{-4}
2	1	p	Эл. момент диполя	*ÊëÌ*	L^4T^{-2}
	2	j	Маг. момент диполя	*Àì* 2	L^5T^{-3}

Преимущества системы физических величин Р.О.Бартини известны, начиная с первых публикаций [2]. Во-первых, формулы размерности не содержат дробных показателей степени радикалов. Во-вторых, в каждой ячейке таблицы 1 содержатся физические величины, характеризующие качественно разные разделы научного знания. Особо хочется отметить тот факт, что любая ячейка таблицы связана с соседними ячейками (по строке и столбцу) посредством ряда Маклорена. Приведем простой пример.

Выберем ячейку с размерностью L^1T^{-1} как основную, а из списка расположенных в ней физических величин – электрическую проводимость. Представим эту величину в виде ряда Маклорена:

- по столбцу таблицы

$$g(t)=\left[L^1T^{-4}\right]t^3+\left[L^1T^{-3}\right]t^2+\left[L^1T^{-2}\right]t^1+ \\ +\left[L^1T^{-1}\right]t^0+\left[L^1T^0\right]t^{-1}+\left[L^1T^1\right]t^{-2}+\left[L^1T^2\right]t^{-3}, \qquad (4)$$

где проводимость как постоянная величина соответствует слагаемому ряда $g=\left[L^1T^{-1}\right]t^0$;

- по строке таблицы

$$g(l)=\left[L^{-2}T^{-1}\right]l^3+\left[L^{-1}T^{-1}\right]l^2+\left[L^0T^{-1}\right]l^1+ \\ +\left[L^1T^{-1}\right]l^0+\left[L^2T^{-1}\right]l^{-1}+\left[L^3T^{-1}\right]l^{-2}+\left[L^4T^{-1}\right]l^{-3}, \qquad (5)$$

где проводимость как постоянная величина соответствует слагаемому ряда $g=\left[L^1T^{-1}\right]l^0$. Выражения (4), (5) имеют не одну трактовку.

Часть сомножителей уравнения (4) легко узнать как размерности некоторых электрических величин:

$$g(t)=\delta t^2+\frac{1}{L}t^1+gt^0+Ct^{-1}, \qquad (6)$$

где δ - плотность тока;

g - проводимость материала постоянному току;

L, C - распределенная индуктивность и емкость проводника.

Заменим действительный аргумент t функции (6) комплексным – $j\omega$, тогда

$$Y(j\omega)=\frac{\delta}{(j\omega)^2}+\frac{1}{(j\omega)^1}+g\frac{1}{(j\omega)^0}+C\frac{1}{(j\omega)^{-1}}, \qquad (7)$$

или

$$\underline{Y}=\left(g-\frac{\delta}{\omega^2}\right)+j\left(C\omega-\frac{1}{\omega L}\right). \qquad (8)$$

Из уравнения (8) можно сделать следующие выводы:

- активная проводимость уменьшается с ростом частоты;
- реактивная проводимость с ростом частоты стремится тать емкостной.

Часть сомножителей уравнения (5) удается опознать как определенные электрические величины

$$g(l) = \gamma l^1 + g l^0 + \hat{O} l^{-1} \qquad (9)$$

где γ - удельная проводимость материала;

g - проводимость образца постоянному току;

Ф – магнитный поток.

Уравнение (9) может описывать процесс диффузии атомов примесей в полупроводниковый материал. Внедряясь в материал и взаимодействуя атомами полупроводника, донорные или акцепторные примеси создают носители заряда. Неравномерная концентрация зарядов по слоям вызывает разность потенциалов, а также токи, которые порождают магнитное поле, препятствующее проникновению примесей вглубь материала.

Приведенные выше интерпретации уравнений (4), (5) не являются единственными. Их можно множить, реализуя различные научные гипотезы. Например,

$$g(t) = \delta\left[\gamma^1 t^3 + \gamma^0 t^2 + \gamma^{-1} t^1 + \gamma^{-2} t^0 + \gamma^{-3} t^{-1} + \gamma^{-4} t^{-2} + \gamma^{-5} t^{-3}\right]. \qquad (10)$$

Уравнение (10) приведено затем, чтобы показать возможности преобразований выражений (4), (5). Однако хотелось бы отметить, что любое преобразование должно производиться в соответствие с определенной теоретической гипотезой. В противном случае, от вычислений размерности не будет никакой пользы.

Так, например, авторы статьи [3], увлекшись реализацией формального преобразования, получили следующие размерности фундаментальных физических констант:

$$\begin{aligned} \left[\varepsilon_0\right] &= \left[L^0 T^2\right] \\ \left[\mu_0\right] &= \left[L^2 T^0\right] \end{aligned}. \qquad (11)$$

Если бы они потрудились найти их на таблице пространственно-временных величин, то удостоверились бы в ошибочности вывода (11). Из таблицы (кстати, хорошо оформленной) следуют другие размерности:

$$\begin{aligned} \left[\varepsilon_0\right] &= \left[L^0 T^0\right] \\ \left[\mu_0\right] &= \left[L^{-2} T^2\right] \end{aligned}. \qquad (12)$$

В заключении отметим, что теоретические и прикладные отрасли знания только начинают осваивать систему величин Р.О. ди Бартини, которая обладает мощным потенциалом. Работы этого ученого написаны на высоком математическом уровне и опубликованы в малодоступных изданиях. Система физических величин получена в результате оптимизации модели реального мира. Бартини сумел получить такие характеристики модели, которые позволили ему **вычислить** все физические константы.

Еще, будучи авиаконструктором, он удивлял сотрудников своим умением составлять формулы для прогноза характеристик самолета, который только проектируется. Переменными в этих формулах выступали понятные конструкторам величины: размах крыльев, угол атаки крыла и т.д. Ошибка прогноза никогда не выходила за пределы допустимой инженерной точности – 5%. В настоящей статье была сделана попытка аналогичного составления формул для другой отрасли знания, что возможно только благодаря исключительным свойствам системы физических величин Р.О.Бартини.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехнический справочник: в 3 т./ Под общ. ред. В.Г.Герасимова и др. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – Том 1. – 1985. – 488с.
2. Бартини Р.О., Кузнецов П.Г. О множественности геометрий и множественности физик./Проблемы и особенности современной научной методологии. – Свердловск: АН СССР, Урал. науч. центр. – 1978, с.55-65.
3. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. Устойчивое развитие: универсальный принцип синтеза естественных, технических и социальных знаний// «Академия тринитаризма», М., Эл.№ 77-6567, публ.15859, 28.03.10
4. Ерохов И.В. Размерности электрических величин по Р.О.Бартини / Електричний Журнал, 1996, №2(4), с.46-50
5. Метрология. Единицы физических величин: СТ СЭВ 1052-78. – М.: Изд. Стандартов. 1980. -39с.