

И. И. Гончар, М. В. Чушнякова, Ю. М. Сосновский

ТИПИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Для количественного описания любого физического явления необходимо использовать физические величины различных типов. Обычно при преподавании курса общей физики в технических высших учебных заведениях выделяют два типа физических величин: скалярные и векторные. В настоящей работе мы предлагаем несколько отличную типизацию (классификацию). А именно, мы выделяем скалярные, алгебраические, комплексные и векторные величины. Первые две в нашей классификации задаются одним вещественным числом, но для скалярных величин это число никогда не бывает отрицательным, тогда как для алгебраических оно может принимать и отрицательные, и положительные значения. Например, модуль любой векторной физической величины – величина скалярная, а вот проекция вектора на ось – величина алгебраическая. Такая разбивка, по нашему мнению, имеет ряд преимуществ перед общепринятой: во-первых, она позволяет проверять любую физическую формулу не только по размерности, но и по типу физической величины, отсекая заведомо неверные формулы, а во-вторых, такая типизация в неявном виде уже просвечивает в ряде случаев и в стандартных учебниках. Обсудив преимущества нашей типизации и недостатки общепринятой, мы приводим таблицу, в которой собраны и типизированы около 60 физических величин, необходимых для изучения общей физики во ВТУЗе. Нам представляется, что наша типизация поможет будущим бакалаврам техники и технологии успешно использовать знания, полученные при изучении курса общей физики, а приобретённые компетенции пригодятся при изучении специальных дисциплин, а также в их будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: преподавание физики во ВТУЗе, скалярные и векторные физические величины, комплексная физическая величина.

Введение

Усиление ориентации высшего образования на потребности промышленности заявляется как одна из целей национального проекта «Образование» [12, с.1]. Разумеется, преподавание физики, которая является не только основой понимания окружающей природы, но и основой техники, играет здесь важную (если не важнейшую) роль. Физика преподаётся, в основном, вербально (в отличие от физкультуры или начертательной геометрии). Отсюда следует, что физическая терминология должна быть однозначной и структурированной. Однако система физических терминов не является достаточно упорядоченной. Например, словосочетание «уравнение Шрёдингера» фактически означает один из важнейших физических законов, а «уравнения Лагранжа» можно интерпретировать как скорее математические уравнения, описывающие изменение состояния системы во времени. Что касается важного термина «волна», то он вообще используется в физике в трёх разных смыслах [5, с.11]: как базовое понятие физики, как физическое явление и как модель.

Имея целью несколько упорядочить терминологию при преподавании физики в техническом ВУЗе, мы попытались разработать концепцию «физических частей речи», под которыми мы понимаем лексические единицы (классы понятий), с которыми сталкивается студент бакалавриата [6, с. 149; 7, с. 130; 8, с. 52]. На сегодняшний день нам удалось выделить 12 таких физических частей речи: это базовые идеи физики, базовые понятия физики, реальные объекты природы, технические устройства,

физические явления (процессы), модели, физические величины, их размерности, их определения, физические законы, полезные частные формулы и физические постоянные.

Разумеется, в процессе преподавания общей физики реальные объекты природы, а также технические устройства и физические явления должны стоять на первом месте. Однако, чтобы получать количественные результаты, необходимо использовать физические величины. Во ВТУзовских учебниках общей физики обычно выделяют скалярные и векторные величины.

Например, в книге [14, с.13] читаем: «Величины, для задания которых достаточно одного численного значения, называются скалярами... Модуль вектора – скаляр, причём всегда положительный». Это как раз тот случай, когда полезность введения алгебраических величин уже видна: признаётся наличие просто скаляров и скаляров, которые всегда неотрицательны.

В книге [15, с. 11] читаем: «В этом случае алгебраическая сумма зарядов в любом элементарном объёме тела равна нулю...» Таким образом, скалярные величины – заряды – должны-таки суммироваться алгебраически.

В книге [19] глава 3 называется «Скаляры и векторы. Вектор скорости». Описание скаляров и векторов обычное, правда для скаляров выделены численное значение и размерность. Интересно, что «... любая алгебраическая операция над скалярными величинами также является скаляром». Правда, определения алгебраической операции или перечня этих операций не приведено. Про вектор сказано, что ему соответствует направленный отрезок. Неотрицательные скаляры здесь не выделяются.

Трудно согласиться с утверждением, что «модулем вектора называется скаляр, равные длине отрезка, изображающего этот вектор».

В учебнике [2, с. 167] классификация физических величин не приводится, однако на с. 167 читаем: «Если на тело действует несколько сил, то правая часть уравнения (6.15) содержит алгебраическую сумму моментов сил». Уравнение (6.15) не векторное, и вообще в этом учебнике момент сил не вектор, что не совсем согласуется с [14, с. 127].

По нашему мнению, эти примеры показывают, что деление физических величин на скалярные и векторные в курсе общей физики для ВТУЗов является не совсем удачным. В настоящей работе мы предлагаем несколько иную классификацию и обосновываем её преимущества. Следует подчеркнуть, что наша инновационная классификация впервые была упомянута в [7, с. 130]. Она применялась нами в порядке эксперимента в течение ряда лет при преподавании общей физики в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС) и Омском государственном техническом университете (ОмГТУ). Опыт её использования оказался скорее положительным, серьёзные возражения появлялись лишь у некоторых преподавателей, но не у студентов.

Скалярные и алгебраические физические величины

Общеизвестно, что в современной физической науке все физические величины рассматриваются как тензоры в четырёхмерном пространстве-времени [10, с. 30]. Тензор нулевого ранга рассматривается как скаляр. Даже в рамках нерелятивистской физики часто вводятся истинные векторы и псевдовекторы, истинные скаляры и псевдоскаляры [10, с. 34]. Разумеется, использование такой номенклатуры при преподавании общей физики во ВТУЗе было бы избыточным.

Мы считаем, что для изучения общей физики во ВТУЗе вполне достаточно выделить четыре типа физических величин: *скалярные, алгебраические, векторные и комплексные*.

В такой классификации скалярная величина задаётся одним числом, которое всегда неотрицательно. К скалярным величинам, определённым таким образом, относятся, например, масса, модуль любого вектора, момент инерции.

Алгебраическая величина задаётся одним числом, которое может быть положительным, нулевым или отрицательным. В такой классификации к алгебраическим величинам относятся, например, электрический заряд, проекция любого вектора на ось. Остановимся на алгебраических величинах подробнее, так как их введение вызывает наибольшие возражения у некоторых коллег. В особенности это касается электрического заряда, который есть величина скалярная по общепринятой классификации. Однако в [18, с. 53] читаем: «Закон сохранения электрического заряда – закон, согласно которому алгебраическая сумма электрических зарядов всех частиц изолированной системы не меняется при

происходящих в ней процессах». Попытка найти в Физической энциклопедии, что же такое алгебраическая сумма, к успеху не привела. Тогда мы обратились к школьному учебнику. В [9, с. 30] читаем: «Алгебраическая сумма – это запись, состоящая из нескольких алгебраических выражений, соединённых знаками «+» или «-». Эта фраза выделена, по-видимому, это определение. Определение алгебраического выражения в [9] отсутствует, хотя есть целый параграф [9, с. 13] с таким названием. В этом параграфе приведены примеры алгебраических выражений:

$$2(m+n), \quad 3a+2ab-7, \quad (a+b)(a-b), \quad \frac{x+y}{a}. \quad (1)$$

Похоже, что словосочетание «алгебраическая сумма зарядов» [15, с. 11] или «алгебраическая сумма токов» [15, с. 118] просто не имеют смысла. Во всяком случае, связать закон сохранения заряда с определением алгебраической суммы из школьного учебника [9, с. 30] никак не удастся. А другого определения алгебраической суммы нам найти не удалось.

Остановимся чуть подробнее на том, что же понимают под алгеброй в школьном учебнике [9]. На с. 25 читаем: «Вычитание можно заменить сложением с противоположным числом: $a-b=a+(-b)$ ». Казалось бы, вопрос исчерпан – никакое вычитание вообще не нужно. Однако на с. 133 читаем: $(a-b)^2=a^2-2ab+b^2$. Это выделено жирным шрифтом наряду с формулой $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$, которая приведена на предыдущей с. 132. И далее на с. 133 читаем: «Квадрат разности двух чисел равен квадрату первого числа минус удвоенное произведение первого числа на второе плюс квадрат второго числа». Это сформулировано словами и выделено, как самое важное, восклицательным знаком. Немудрено, что в результате такого обучения, 75% студентов-первокурсников¹, отвечая на вопрос «Какая формула верна, если $a>0, b<0$?»

$$\begin{aligned} 1) (a+b)^2 &= a^2 - 2ab + b^2, & 2) (a+b)^2 &= a^2 + 2ab + b^2, \\ 3) (a+b)^2 &= -a^2 - 2ab + b^2, & 4) (a+b)^2 &= a^2 - 2ab - b^2 \end{aligned} \quad (2)$$

выбирают любой ответ, кроме верного.

Не зря один из величайших математиков современности В. И. Арнольд писал [1, с. 86]: «Современным математикам вообще трудно читать своих предшественников, которые писали: «Петя вымыл руки» там, где просто следовало сказать: «Существует $t_1 < 0$ такое, что образ Петя(t_1) точки t_1 при естественном отображении $t \rightarrow$ Петя(t) принадлежит множеству грязноруких и такое t_2 из полуинтервала $(t_1, 0]$, что образ точки t_2 при том же отображении принадлежит дополнению к множеству,

¹Здесь и далее используются результаты опроса более 200 студентов-первокурсников из двух ВТУЗов

о котором шла речь при рассмотрении точки t_1 »

Векторные и комплексные физические величины

Перейдём теперь к обсуждению векторных физических величин. Векторная физическая величина задаётся тремя числами – проекциями на оси. Эти проекции являются алгебраическими величинами. Сумма двух векторов

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

означает, что

$$C_x = A_x + B_x, C_y = A_y + B_y, C_z = A_z + B_z, \dots \quad (4)$$

Казалось бы, здесь нет ничего, что отличалось бы от стандартных учебников (см., например, [14, с. 18; 11, с. 78]). Однако, в результате обучения по стандартным учебникам, 78% студентов-первокурсников, отвечая на вопрос «Какая формула верна, если $B_x < 0, A_x > 0$?»

$$1) C_x = A_x + B_x, \quad 2) C_x = -A_x - B_x, \quad 3) C_x = -A_x + B_x, \quad 4) C_x = A_x - B_x \quad (5)$$

выбирают вариант 4. Ещё бы, ведь в стандартных учебниках формулы (3), (4) именно в таком виде не приводятся и не обсуждаются. Зато зачем-то обсуждается разность векторов, тогда как

$$-\vec{C} = -C_x\vec{e}_x - C_y\vec{e}_y - C_z\vec{e}_z. \quad (6)$$

Отдельно разность векторов выделять вовсе не нужно, как и разность двух алгебраических физических величин.

Мы всегда обозначаем орты единообразно: $\vec{e}_v$ – орт скорости, $\vec{e}_r$ – орт радиус-вектора, $\vec{e}_y$ – орт оси «y» и т.д., избегая странных математических «ортов» $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$. Человек, преподающий весь курс общей физики, не может себе позволить такого расточительства, поскольку двух алфавитов – латинского и греческого – и так не хватает. В самом деле, как с помощью этих «ортов» записать плотность электрического тока, имеющую стандартное обозначения $\vec{j}$, и волновой вектор, имеющий

стандартное обозначение $\vec{k}$. Особенно интересно, что в тех же учебниках математики комплексное число записывается в виде $z = x + iy$, но i теперь это вовсе не модуль $\vec{i}$.

Особо хочется остановиться на записи векторов в виде $\overrightarrow{AB}$. Такая запись подразумевает, что вектор – это просто стрелка, начинающаяся в точке А и заканчивающаяся в точке В. Разумеется, векторную физическую величину можно изобразить в виде стрелки. Однако сложение этих стрелок обязано (3) подчиняться правилу многоугольника, иначе стрелки векторами не являются. И уж совершенно ясно, что силу или импульс – векторные физические величины – записать в виде $\overrightarrow{AB}$ просто невозможно.

Почти в каждом учебнике по физике для ВТУЗов [4, с. 35; 16, с. 310; 17, с. 406] имеется раздел, содержащий сведения из квантовой физики. Основной закон квантовой физики – уравнение Шрёдингера – содержит мнимую единицу, а искомая величина в этом уравнении – волновая функция – является комплексной. Поэтому мы и выделяем четыре типа физических величин, необходимых для преподавания общей физики. Отметим, комплексные величины используются не только в квантовой механике. Например, комплексное представление переменных токов и комплексное сопротивление (импеданс) используется в курсе физики [3, с. 230], а также в курсе электротехники [13, с. 89].

Типизация физических величин, необходимых для изучения общей физики во ВТУЗе

В табл. 1 мы приводим минимальный перечень физических величин, которые необходимо использовать при изучении общей физики во ВТУЗе. В таблице приведены не только типы физических величин, но и их формульные определения. В тех случаях, когда формульного определения не существует, физическая величина определяется набором свойств. Звёздочка у массы в табл. 1 показывает, что с открытием тёмной энергии есть основания считать массу алгебраической величиной, хотя в экспериментах этого не видно.

Таблица 1

Минимальный перечень физических величин, необходимых для изучения общей физики во ВТУЗе: их обозначение, формульное определение и тип по предлагаемой классификации.

	Название величины	Обозначение	Формульное определение	Тип
1	масса*	m	-	скал
2	расстояние, длина	l	-	скал
3	площадь	S	-	скал
4	объём	V	-	скал
5	нормальное ускорение частицы	a_n	$a_n = v \left \frac{d\vec{e}_v}{dt} \right $	скал
6	кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела (АТТ)	W_k	$W_k = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{J_{zc}\Omega_z^2}{2}$	скал

7	момент инерции АТТ относительно оси z	J_z	$J_z = \sum_{i=1}^N m_i R_{iz}^2$	скал
8	период колебаний или волны	τ	-	скал
9	циклическая частота колебаний	ω	$\omega = \frac{2\pi}{\tau}$	скал
10	линейная частота колебаний,	ν	$\nu = \frac{1}{\tau}$	скал
11	амплитуда колебаний гармонического осциллятора	ξ_m	-	скал
12	коэффициент затухания колебаний	β	$\beta = \frac{\tilde{r}}{2\tilde{m}}$	скал
13	длина волны	λ	-	скал
14	волновое число	k	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$	скал
15	фазовая скорость волны	v_ϕ	$v_\phi = \frac{\omega}{k}$	скал
16	добротность	Q	$Q = 2\pi \frac{\langle W(t) \rangle_{\tau_0}}{\Delta W_{\tau_0}(t)}$	скал
17	логарифмический декремент затухания	Λ	$\Lambda = \ln \frac{\xi_m(t)}{\xi_m(t+\tau)}$	скал
18	плотность массы	ρ_m	$\rho_m = \frac{dm}{dV}$	скал
19	абсолютная температура	T	$\langle W_{kxn1} \rangle = \frac{3k_B T}{2}$	скал
20	энтропия	S	$S = k_B \ln \Gamma; dS = \frac{\delta Q}{T}$	скал
21	концентрация частиц	n	$n = \frac{dN}{dV}$	скал
22	магнитная проницаемость	μ	$\mu = 1 + \chi$	скал
23	диэлектрическая проницаемость	ε	$\varepsilon = 1 + \kappa$	скал
24	плотность вероятности	ρ_Π	$\rho_\Pi = \frac{d\Pi}{dV}$	скал
25	вероятность	Π	-	скал
26	диэлектрическая восприимчивость	κ	$\vec{P}_e = \varepsilon_0 \kappa \vec{E}_{pez}$	скал
27	работа газа при его расширении	A_g	$\delta A_g = PdV$	алг
28	сила тока	I	$I = \frac{dq}{dt}$	алг
29	внутренняя энергия	W_{in}	$W_{in} = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} W_{pij} + \sum_i W_{kxi}$	алг
30	количество теплоты	Q	-	алг
31	работа силы	A_F	$\delta A_F = \vec{F} \cdot d\vec{r}$	алг
32	тангенциальное ускорение	a_v	$a_v = \frac{dv}{dt}$	алг
33	потенциальная энергия	W_p	$dW_p = -\vec{F} \cdot d\vec{r}$	алг
34	мощность силы	N_F	$N_F = \frac{\delta A_F}{dt}$	алг
35	давление	P	$P = \frac{dF_\perp}{ds}$	алг
36	фаза колебаний	α	$\alpha = \omega t + \alpha_0$	алг
37	плотность энергии	ρ_W	$\rho_W = \frac{dW}{dV}$	алг
38	электрический заряд	q	-	алг
39	объёмная плотность заряда	ρ_q	$\rho_q = \frac{dq}{dV}$	алг
40	поверхностная плотность заряда	σ_q	$\sigma_q = \frac{dq}{ds}$	алг
41	линейная плотность заряда	λ_q	$\lambda_q = \frac{dq}{dl}$	алг

42	потенциал электрического поля	φ	$\phi = \frac{W_p}{q_0}$	алг
43	магнитная восприимчивость	χ	$\vec{J}_m = \chi \vec{H}$	алг
44	ускорение частицы	$\vec{a}$	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$	вект
45	радиус-вектор	$\vec{r}$	-	вект
46	скорость частицы	$\vec{v}$	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$	вект
47	угловая скорость АТТ	$\vec{\Omega}$	$\Omega_z = \frac{d\varphi_z}{dt}$	вект
48	угловое ускорение АТТ	$\vec{\varepsilon}$	$\varepsilon_z = \frac{d\Omega_z}{dt} = \frac{d^2\varphi_z}{dt^2}$	вект
49	импульс частицы	$\vec{p}$	$\vec{p} = m\vec{v}$	вект
50	момент импульса частицы	$\vec{L}_i$	$\vec{L}_i = [\vec{r}_i \vec{p}_i]$	вект
51	момент импульса АТТ	$\vec{L}$	$L_z = J_z \Omega_z$	вект
52	момент силы	$\vec{M}$	$\vec{M} = [\vec{r} \vec{F}]$	вект
53	волновой вектор	$\vec{k}$	$\vec{k} = \nabla\alpha$	вект
54	плотность потока тепла	$\vec{J}_Q$	$j_Q = \frac{\delta^2 Q}{dt ds}$	вект
55	плотность электрического тока	$\vec{J}_q$	$dI = \vec{J}_q d\vec{s}$	вект
56	напряжённость электрического поля	$\vec{E}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$	вект
57	напряжённость магнитного поля	$\vec{H}$	$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{J}_m$	вект
58	электрическая индукция	$\vec{D}$	$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}_e$	вект
59	магнитная индукция	$\vec{B}$	$\vec{F}_{L\max} = q[\vec{v} \vec{B}]$	вект
60	поляризованность вещества	$\vec{P}_e$	$\vec{P}_e = \frac{d\vec{p}_e}{dV}$	вект
61	намагниченность вещества	$\vec{J}_m$	$\vec{J}_m = \frac{d\vec{p}_m}{dV}$	вект
62	электрический дипольный момент	$\vec{p}_e$	$\vec{p}_e = q\vec{l}$	вект
63	магнитный дипольный момент	$\vec{p}_m$	$\vec{p}_m = \sum q_i [\vec{r}_i \vec{r}_i]$	вект
64	волновая функция	Ψ	-	компл

Заключение

Чтобы количественно описать любое физическое явление, необходимо использовать физические величины. Как правило, при преподавании курса общей физики во ВТУЗах выделяют два типа физических величин: скалярные и векторные. В настоящей работе мы предложили и обосновали несколько отличную типизацию (классификацию). Мы выделили скалярные, алгебраические, комплексные и векторные величины. Первые две в нашей типизации задаются одним вещественным числом, но для скалярных величин это число никогда не бывает отрицательным, тогда как для алгебраических оно может принимать и отрицательные, и положительные значения. Например, модуль любой векторной физической величины – величина скалярная, а вот проекция вектора на ось – величина алгебраическая. Такая

разбивка, по нашему мнению, имеет ряд преимуществ перед общепринятой: во-первых, она позволяет проверять любую физическую формулу не только по размерности, но и по типу физической величины, отсекая заведомо неверные формулы, а во-вторых, такая типизация, в неявном виде уже просвечивает в ряде случаев и в стандартных учебниках. Обсудив преимущества нашей типизации и недостатки общепринятой, мы приводим таблицу, в которой собраны и типизированы около 60 физических величин, необходимых для изучения общей физики во ВТУЗе. Нам представляется, что наша типизация поможет будущим бакалаврам техники и технологии успешно использовать знания, полученные при изучении курса общей физики, а приобретённые компетенции пригодятся при изучении специальных дисциплин, а также в их будущей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Арнольд, В. И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук / Серия «Современная математика для студентов» / В. И. Арнольд. – М. Наука. – 1989. – 96 с. – Текст : непосредственный.
2. Астахов, А. В. Курс физики в 3 т. Т. 1. Механика. Кинетическая теория материи / А. В. Астахов. – М.: Наука. – 1977. – 381 с. – Текст : непосредственный.
3. Астахов, А. В. Курс физики в 3 т. Т. 2. Электромагнитное поле / А. В. Астахов, Ю. М. Широков – М.: Наука. – 1980. – 360 с. – Текст : непосредственный.
4. Астахов, А. В. Курс физики в 3 т. Т. 3. Квантовая физика / А. В. Астахов, Ю. М. Широков – М.: Наука. – 1983. – 240 с. – Текст : непосредственный.
5. Гончар, И. И. О преподавании раздела «Волны» в курсе общей физики в техническом вузе / И. И. Гончар, М. В. Чушняка, Ю. М. Сосновский – Текст : непосредственный // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2021. – 10 (2). – С. 11-15.
6. Гончар, И. И. Структурирование основных понятий в процессе преподавания общей физики: физические части речи / И. И. Гончар, М. В. Чушняка, С. Н. Крохин, Н. А. Хмырова. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2015. – 2(136). – С. 149-151.
7. Гончар, И. И. Физические части речи: физические величины / И. И. Гончар, М. В. Чушняка, С. Н. Крохин, Н. А. Хмырова. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. – 2015. – 2 (139). – С. 130-132.
8. Гончар, И. И. Физические части речи: вопросы изучения законов физики / И. И. Гончар, С. Н. Крохин, М. В. Чушняка, Н. А. Хмырова. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. – 2017. – 1. – С. 52-57. – Текст : непосредственный.
9. Колягин, Ю. М. Алгебра. 7 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений / Ю. М. Колягин, М. В. Ткачёва, Н. Е. Фёдорова, М. И. Шабунин. – М. : Просвещение. – 2012. – 319 с. – Текст : непосредственный.
10. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособие в 10 т. Том 2. Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 7-е изд., испр. – М. : Наука, 1988. – 512 с. – Текст : непосредственный.
11. Мякишев Г.Я. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций / Г. Я Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Стоцкий. – М.: Просвещение, 2014. – 222 с. – Текст : непосредственный.
12. Национальный проект «Образование» // Официальный интернет-сайт министерства просвещения Российской Федерации – URL: <https://edu.gov.ru/national-project> (дата обращения 16.06.2021). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
13. Немцов, М. В. Электротехника и электроника : учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. Образования / М. В. Немцов, М. Л. Немцова. – М. : Академия, 2013. – 480 с. – Текст : непосредственный.
14. Савельев, И. В. Курс физики в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – М. : Лань. – 2021. – Текст : непосредственный.
15. Савельев, И. В. Курс физики в 3 т. Т. 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – М. : Лань. – 2019. – Текст : непосредственный.
16. Савельев, И. В. Курс физики в 3 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И. В. Савельев. – 7-е изд., стер. – М. : Лань, 2019. – 308 с. – Текст : непосредственный.
17. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 560 с. – Текст : непосредственный.
18. Физическая энциклопедия. Том 2 / А. М. Прохоров (гл. ред). – М.: «Советская энциклопедия», 1990. – 703 с. – Текст : непосредственный.
19. Яворский, Б. М. Основы физики: Учебн. в 2 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Б. М. Яворский, А. А. Пинский. – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ. – 2003. – Текст : непосредственный.

References

1. Arnol'd, V. I. Gyuigens i Barrou, N'yuton i Guk / Seriya «Sovremennaya matematika dlya studentov» / V. I. Arnol'd. – M. Nauka. – 1989. – 96 s. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Astahov, A. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 1. Mekhanika. Kineticheskaya teoriya materii / A. V. Astahov. – M.: Nauka. – 1977. – 381 s. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Astahov, A. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 2. Elektromagnitnoe pole / A. V. Astahov, YU. M. SHirokov – M.: Nauka. – 1980. – 360 s. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Astahov, A. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 3. Kvantovaya fizika / A. V. Astahov, YU. M. SHirokov – M.: Nauka. – 1983. – 240 s. – Tekst : neposredstvennyj.
5. Gonchar, I. I. O prepodavanii razдела «Volny» v kurse obshchej fiziki v tekhnicheskome vuze / I. I. Gonchar, M. V. CHushnyakova, YU. M. Sosnovskij – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informacionnyh tekhnologij. – 2021. – 10 (2). – S. 11-15.
6. Gonchar, I. I. Strukturirovaniye osnovnykh ponyatij v processe prepodavaniya obshchej fiziki: fizicheskie

chasti rechi / I. I. Gonchar, M. V. CHushnyakova, S. N. Krohin, N. A. Hmyrova. – Tekst : neposredstvennyj // Omskij nauchnyj vestnik. – 2015. –2(136). – C. 149-151.

7. Gonchar, I. I. Fizicheskie chasti rechi: fizicheskie velichiny / I. I. Gonchar, M. V. CHushnyakova, S. N. Krohin, N. A. Hmyrova. – Tekst : neposredstvennyj // Omskij nauchnyj vestnik. Ser. Obshchestvo. Istoriya. Sovremennost'. – 2015. –2 (139). – C. 130-132.

8. Gonchar, I. I. Fizicheskie chasti rechi: voprosy izucheniya zakonov fiziki / I. I. Gonchar, S. N. Krohin, M. V. CHushnyakova, N. A. Hmyrova. – Tekst : neposredstvennyj // Omskij nauchnyj vestnik. Ser. Obshchestvo. Istoriya. Sovremennost'. – 2017. –1. – C. 52-57. – Tekst : neposredstvennyj.

9. Kolyagin, YU. M. Algebra. 7 klass : ucheb. dlya obshcheobrazovat. uchrezhdenij / YU. M. Kolyagin, M. V. Tkachyova, N. E. Fyodorova, M. I. SHabunin. – M. : Prosveshchenie. – 2012. – 319 s. – Tekst : neposredstvennyj.

10. Landau, L. D. Teoreticheskaya fizika: ucheb. posobie v 10 t. Tom 2. Teoriya polya / L. D. Landau, E. M. Lifshic. – 7-e izd., ispr. – M. : Nauka, 1988. – 512 s. – Tekst : neposredstvennyj.

11. Myakishev G.YA. Fizika. 10 klass: uchebnik dlya obshcheobrazovatel'nyh organizacij / G. YA Myakishev, B. B. Buhovcev, N. N. Stockij. – M.: Prosveshchenie, 2014. – 222 s. – Tekst : neposredstvennyj.

12. Nacional'nyj proekt «Obrazovanie» // Oficial'nyj internet-sajt ministerstva prosveshcheniya Rossijskoj Federacii – URL: <https://edu.gov.ru/national-project> (data obrashcheniya (16.06.2021). – Rezhim dostupa: svobodnyj. – Tekst : elektronnyj.

13. Nemcov, M. V. Elektrotehnika i elektronika : uchebnik dlya stud. obrazovat. uchrezhdenij sred. prof. Obrazovaniya / M. V. Nemcov, M. L. Nemcova. – M. : Akademiya, 2013. – 480 s. – Tekst : neposredstvennyj.

14. Savel'ev, I. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 1. Mekhanika. Molekulyarnaya fizika: uchebnoe posobie dlya vuzov / I. V. Savel'ev. – 6-e izd., ster. – M. : Lan'. – 2021. – Tekst : neposredstvennyj.

15. Savel'ev, I. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 2. Elektrichestvo. Kolebaniya i volny. Volnovaya optika: uchebnoe posobie / I. V. Savel'ev. – 6-e izd., ster. – M. : Lan'. – 2019. – Tekst : neposredstvennyj.

16. Savel'ev, I. V. Kurs fiziki v 3 t. T. 3. Kvantovaya optika. Atomnaya fizika. Fizika tverdogo tela. Fizika atomnogo yadra i elementarnykh chastic: uchebnoe posobie / I. V. Savel'ev. – 7-e izd., ster. – M. : Lan', 2019. – 308 s. – Tekst : neposredstvennyj.

17. Trofimova, T. I. Kurs fiziki : ucheb. posobie dlya vuzov / T. I. Trofimova. – 11-e izd., ster. – M. : Akademiya, 2006. – 560 s. – Tekst : neposredstvennyj.

18. Fizicheskaya enciklopediya. Tom 2 / A. M. Prohorov (gl. red). – M.: «Sovetskaya enciklopediya», 1990. – 703 s. – Tekst : neposredstvennyj.

19. YAvorskij, B. M. Osnovy fiziki: Uchebn. v 2 t. T. 1. Mekhanika. Molekulyarnaya fizika. Elektrodinamika / B. M. YAvorskij, A. A. Pinskij. – 5-e izd., ster. – M. : FIZMATLIT. – 2003. – Tekst : neposredstvennyj.

TYPING OF PHYSICAL QUANTITIES IN THE GENERAL PHYSICS COURSE AT TECHNICAL UNIVERSITY

Igor I. Gontchar

Physics and Chemistry Department, Omsk State Transport University, Omsk, Russia

Maria V. Chushnyakova

Physics Department, Omsk State Technical University, Omsk, Russia

Yury M. Sosnovsky

Physics and Chemistry Department, Omsk State Transport University, Omsk, Russia

Abstract. For a quantitative description of any physical phenomenon, we need physical quantities of different types. Usually when teaching physics courses in technical higher educational institutions, they divide two types of physical quantities: scalar and vector ones. In the present study, we offer a bit different typing (classification). Namely, we specify scalar, algebraic, complex, and vector quantities. The first two are set with a single number however, for scalar quantities, this number never becomes negative whereas, for algebraic, it might have negative and positive values. For example, the modulus of a vector is scalar but the projection of a vector to an axis is algebraic quantity. Such dividing, in our opinion, has several advantages with respect to the commonly used one. First, it allows to check in any physical equation not only dimensions but also the type of physical quantities; this helps to cut off a priori wrong formulas. Second, such typing is already shows through the standard students' textbooks implicitly. After discussion of the advantages of our typing, we present a table where about 60 physical quantities necessary for studding physics in a technical university are collected and typed. We believe that our typing will help future bachelors of engineering and technology to use successfully knowledge obtained during the studding general physics, the obtained skills will be useful when studying special disciplines as well as in their future professional activities.

Keywords: physics teaching at technical university, scalar and vector physical quantities, complex physical quantities.

Сведения об авторах:

Гончар Игорь Иванович – д.ф.-м.н., профессор, профессор-консультант кафедры «Физика и химия» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644046, Российская Федерация, г. Омск, проспект Маркса, д. 35; e-mail: vigichar@hotmail.com).

Чушнякава Мария Владимировна – к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, Российская Федерация, г. Омск, проспект Мира, д. 11, e-mail: maria.chushnyakova@gmail.com).

Сосновский Юрий Михайлович – к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Физика и химия» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644046, Российская Федерация, г. Омск, проспект Маркса, д. 35); e-mail: sosnovskyy@mail.ru. Статья поступила в редакцию 17.12.2021 г.