

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВЕЛИЧИН МЕХАНИКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ТОЛЬКО РАЗМЕРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Терещенко В.Г.

Ключевые слова: анализ размерностей, система величин, механика.

Аннотация. В статье рассмотрена система величин механики D°LMTN, предназначенная для классификации величин и для анализа размерностей. В этой системе свои размерности получили такие величины, как количество объектов или явлений, бесконечно малый угол поворота элементарного геометрического вектора, бесконечно малый поворот вектора скорости, угол между вектором скорости и геометрическим вектором, относительное изменение массы.

EXAMPLES OF APPLICATION OF THE SYSTEM OF QUANTITIES OF MECHANICS CONTAINING ONLY DIMENSIONAL QUANTITIES

Tereshchenko V.G.

Keywords: dimensional analysis, system of quantities, mechanics.

Abstract. The article deals with the system of quantities of mechanics D°LMTN, designed for the classification of quantities and for the analysis of dimensions. In this system, the dimensions obtained such quantities as the number of objects or phenomena, an infinitely small angle of rotation of the elementary geometric vector, an infinitely small rotation of the velocity vector, the angle between the velocity vector and the geometric vector, the relative change in mass.

Данное исследование актуально для анализа размерностей и классификации величин. Зачастую использованию метода анализа размерностей препятствует недостаточное количество основных величин, используемых в математическом описании задачи. Имеются предложения об увеличении количества основных единиц измерения и, соответственно, основных величин при решении конкретных задач [1, 2], но систему величин в целом эти предложения не изменяют. Известные системы величин не позволяют однозначно классифицировать величины с помощью размерностей, т.к. содержат одноимённые величины – разные по смыслу, но имеющие одинаковые размерности [3]. Много разнородных величин имеют одинаковую размерность «единица». Не получил своего решения и давний спор о выборе основных величин системы величин и о необходимом количестве основных величин.

Решению этих задач должно помочь создание новой системы величин, лишённой одноимённых величин и использующей аппарат высшей математики. Некоторые принципы новой системы величин предложены в наших публикациях [4-7]. В области механики эта система использует следующие основные величины: D – направление, L – длина, M – масса, T – время, N – количество объектов или явлений. Поэтому новая система величин механики получила обозначение D°LMTN. Она позволяет различать размерности тех величин, которые имеют разный физический смысл, но в Интернациональной системе (СИ) величин имеют одинаковые размерности.

Некоторые положения новой системы требуют доработки и «стыковки» между собой. Один из сложных вопросов – придание своих размерностей тем величинам, которые в СИ имеют размерность «единица». Правильное решение этого вопроса удастся получить, когда будет отработана система математических действий с размерностями в новой системе. Эта система приближена к аппарату высшей математики [7]. В ней предусмотрены размерности изменений величин, которые записаны с помощью нижнего индекса Δ или δ , предусмотрено действие объединения « $\circ$ » направления с модулем радиус вектора [4], предусмотрено действие дугового произведения « $\cup$ » векторов [6]. Необходимо теперь больше внимания уделять практическому применению новой системы. Поэтому для отработки системы составим новые размерности для величин, которые принято считать безразмерными [1]. В последней редакции Международного словаря по метрологии [3] (пункт 1.8) и в рекомендациях по межгосударственной стандартизации [8] (пункт 3.13) эти величины названы безразмерностными или величинами с размерностью единица.

В системе D $\circ$ LMTN не предусмотрено безразмерностных величин. Это одно из условий отсутствия одноимённых величин в системе. Это необходимо для классификации величин с помощью размерностей новой системы. В данной статье мы рассматриваем только формулы размерностей производных величин, составленные из размерностей основных величин на основе тождеств, в соответствии со словесными определениями величин. Как известно, уравнение можно преобразовать к безразмерному виду. Но действия преобразования размерностей в уравнениях следует рассматривать отдельно.

С помощью новой системы величин D $\circ$ LMTN можем разделить на группы размерных величин множество тех величин, которые названы безразмерными [1] или безразмерностными [3], [8] величинами. И привести формулы размерностей для таких величин как угол и относительное изменение какой-либо величины. Ни в одной известной ранее системе величин эти величины не имели своих размерностей. Поэтому их невозможно было классифицировать с помощью размерностей и они не поддавались размерностному анализу. Размерность в новой системе обозначаем $\dim_D$ – с нижним индексом D, чтобы отличать от обозначения размерности $\dim$ в СИ.

В новой системе есть размерность N – количество объектов или явлений. Единицами измерения для них могут быть «штуки» или «разы».

Угол, как изменение первоначального направления оси координат при её повороте получает размерность D_Δ .

Бесконечно малое изменение радиус вектора получает размерность

$$\dim_D d\vec{r} = (D \circ L)_\delta.$$

Здесь индексом δ обозначено бесконечно малое изменение величины. Такое обозначение короче и удобнее, чем обозначение $\Delta 0$, применённое в [7].

Бесконечно малый угол поворота элементарного геометрического вектора приравнивается к бесконечно малому изменению его единичного вектора и получает размерность

$$\dim_D d\alpha = \dim_D d\vec{r}^0 = \left(\frac{(D \circ L)_\partial}{|(D \circ L)_\partial|} \right)_\partial.$$

В новой системе возможно различать между собой бесконечно малые изменения направления векторов разного рода, записав изменение отношений вектора и его модуля. Например: отношение вектора скорости к модулю вектора скорости есть единичный вектор скорости, а его элементарное изменение – бесконечно малый поворот вектора скорости (а не поворот вообще чего-нибудь).

$$\dim_D d\left(\hat{v}_1 \hat{v}_2\right) = \left(\frac{(D \circ L)_\partial}{T_\partial} \right)_\partial.$$

Это вектор бесконечно малого изменения единичного вектора скорости. Он в пределе равен бесконечно малому углу между двумя значениями скорости одной и той же точки. Значения скорости соответствуют, например, последовательным моментам времени.

Через дуговое произведение [6] запишем размерность угла конечной величины

$$\dim_D \left(\hat{v}_1 \hat{\Delta \vec{r}}_2 \right) = \left(\frac{(D \circ L)_\partial}{T_\partial} \right)_\partial \cup \left(\frac{(D \circ L)_\Delta}{|(D \circ L)_\Delta|} \right).$$

Здесь представлена размерность угла между вектором скорости и геометрическим вектором. Направления векторов представлены их единичными векторами.

Относительное изменение величины, например, относительное изменение массы $\Delta m/m$, в новой системе получает размерность

$$\dim_D \frac{\Delta m}{m} = \frac{M_\Delta}{M}.$$

Эта размерность должна отличаться от размерности обратной величины $m/\Delta m$, потому что такие величины отличаются не только количественно, но и по смыслу.

$$\dim_D \frac{m}{\Delta m} = \frac{M}{M_\Delta}.$$

Математические действия с относительным изменением и с обратной величиной приводят к получению разных по смыслу величин.

Выводы. С помощью системы величин $D \circ LMTN$ стало возможным установить размерности для тех величин, которые являлись безразмерными в других системах величин и, в частности, в Интернациональной системе

величин. Этим подтверждается возможность применения новой системы для классификации величин. С применением новой системы величин расширяются и существенно изменяются возможности анализа размерностей. Дополнительно удалось выразить различия между размерностями бесконечно малого и конечного угла, отразить род каждого вектора, составляющего данный угол.

Список литературы

1. Huntley H.E. Dimensional analysis. Dover Publication, Inc. New York, 1967.
2. Варданыан Г.С. Прикладная механика: применение методов теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики деформируемого твердого тела. М.: ИНФРА-М, 2016. 174 с.
3. International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM). International Organization for Standardization 2007. Ref. No.: ISO/IEC GUIDE 99:2007(E/R).
4. Терещенко В.Г. О возможности создания системы величин механики, лишённой одноимённых величин (Часть I) // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-36.pdf>. С. 105-108.
5. Терещенко В.Г. О возможности создания системы величин механики, лишённой одноимённых величин (Часть II) // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2015/07/6-1-37.pdf>. С. 78-81.
6. Терещенко В.Г. О возможности создания системы величин механики, лишённой одноимённых величин (Часть III) // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. URL: <http://research-journal.org/technical/o-vozmozhnosti-sozdaniya-sistemy-velichin-mexaniki-lisyonnoj-odnoimyonnykh-velichin-chast-iii/>.
7. Терещенко В.Г. Разработка методов составления формул размерностей на основе аппарата высшей математики // Фундаментальные основы механики, — 2017. — №2. — С. 16-20.
8. РМГ 29–2013. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. — М.: Стандартинформ — 2014.

References

1. Huntley H.E. Dimensional analysis. Dover Publication, Inc. New York, 1967.
2. Vardanyan G.S. Applied mechanics: application of similarity theory and dimension analysis methods to modeling problems of deformable solid mechanics. M.: INFRA-M, 2016. 174 p.
3. International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM). International Organization for Standardization 2007. Ref. No.: ISO/IEC GUIDE 99:2007(E/R).

4. Tereshchenko V.G. About possibility of creation of system of quantities of the mechanics deprived of the quantities of the same name (Part I) // International Research Journal. — 2015. URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-36.pdf>. P. 105-108.
5. Tereshchenko V.G. About possibility of creation of system of quantities of the mechanics deprived of the quantities of the same name (Part II) // International Research Journal. — 2015. URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2015/07/6-1-37.pdf>. P. 78-81.
6. Tereshchenko V.G. About possibility of creation of system of quantities of the mechanics deprived of the quantities of the same name (Part III) // International Research Journal. — 2015. URL: <http://research-journal.org/technical/vozmozhnosti-sozdaniya-sistemy-velichin-mexaniki-lishyonnoj-odnoimyonnyx-velichin-chast-iii/>
7. Tereshchenko V.G. Development of methods for composing formulas of dimensions based on the apparatus of higher mathematics // Fundamentals of mechanics. – 2017. – №2. – P. 16-20.
8. RMG 29–2013. Recommendations on interstate standardization. The state system of ensuring the unity of measurements. Metrology. Basic terms and definitions. – M.: Standartinform – 2014.

Терещенко Владимир Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей, Северо-Кавказский федеральный университет, город Ставрополь, Россия, tereshvg@yandex.ru	Tereshchenko Vladimir Grigorievich, – candidate of technical Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of technical operation of cars, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, tereshvg@yandex.ru
--	--

Received 05.04.2019