

**МЕТОД РАЗМЕРНОСТЕЙ В ФИЗИКЕ****Полунина М.М., Маркова Н.А.***Тюменский государственный университет, Тобольск, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

В статье рассмотрена теория метода размерностей и применение данного метода в физике. Уточнено определение метода размерностей. Перечислены возможности данного метода. С помощью теории размерности можно получить особенно ценные выводы при рассмотрении таких явлений, которые зависят от большого количества параметров, но при этом так, что некоторые из этих параметров в известных случаях становятся несущественными. В рассматриваемом методе искомая закономерность может быть представлена в виде произведения степенных функций физических величин, от которых зависит искомая характеристика. Метод теории размерности играет особенно большую роль при моделировании различных явлений. Таким образом, целью анализа размерностей является получение некоторых сведений о соотношениях, существующих между измеримыми величинами, связанными различными явлениями.

**Ключевые слова:** размерность, метод размерностей, физическая величина, физика**THE METHOD OF DIMENSIONS IN PHYSICS****Polunina M.M., Markova N.A.***Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

The article discusses the theory of the method of dimensions and the application of this method in physics. Clarifies the definition of the method of dimensions. Lists the capabilities of this method. With the help of the theory of dimension, you can get particularly valuable insights when considering such phenomena, which depend on a large number of parameters, but that some of these options in certain cases become irrelevant. In the present method, the desired pattern can be represented as a product of power functions of physical values, which depend on the desired characteristics. The method of the theory of dimension plays a particularly important role in modeling various phenomena. Thus, the goal of dimensional analysis is to obtain some information about the relationships existing between the measurable quantities associated with various phenomena.

**Keywords:** dimension, method dimensions, physical quantity, physics

Ежедневно мы сталкиваемся с различными измерениями. Чтобы не опаздывать, мы устанавливаем будильник (фиксируем время), следим за культурой своего питания (взвешиваем продукты, считаем калории). Единицы измерения всем знакомы, например, скорость движения измеряется в м/с в системе СИ, а в другой – км/час. Единицы измерения придуманы людьми, исторически это связано с развитием социума, научно-технического процесса, торговли и т.д.

В науке закономерности, то есть уравнения связи одних физических величин с другими, необходимо анализировать не с помощью единиц, которые полностью зависят от человека, а с помощью каких-то других понятий, независимых от человека. Поскольку и сами природные закономерности от человека не зависят.

Уравнения связи физических величин анализируют не с помощью единиц измерения, а с помощью каких-то других понятий, однозначных для одной и той же величины. С этой целью и введено понятие «размерности». Размерность – это выражение (без числовых коэффициентов), зависимости величины от основных величин системы, в виде произведения степеней сомножителей, соот-

ветствующих основным величинам. Каждой размерности придуман свой символ обозначения, и порядок их расположения строго регламентировано. Например, объем любого тела обозначаться  $L^3$ , скорость механического движения тела –  $LT^{-1}$  [2].

Тот факт, что физические соотношения имеют скалярный, векторный или тензорный характер, отражает свойство инвариантности физических законов относительно системы координат.

С другой стороны, для того, чтобы задать значения какой-либо физической величины, необходимо задать единицы ее измерения, и, вообще говоря, систему единиц измерения. Очевидно, что смысл физических соотношений не должен зависеть от выбора системы единиц измерений.

При этом нет необходимости для каждой физической величины задавать строго особую единицу измерения, т.к. физические определения и соотношения позволяют выражать размерности одних физических величин через другие.

Например, определение скорости позволяет выразить размерность скорости  $v = ds/dt$  через размерности перемещения  $ds$  и времени  $dt$ .

В любой системе единиц вводятся основные единицы измерения. Они вводятся из опыта с помощью эталонов. Например, в СИ основными считаются метр, секунда, килограмм, Ампер, Кельвин, моль, кандела.

Выражение произвольной единицы измерения через основные единицы измерения называется размерностью. Для каждой основной величины вводится обозначение:  $L$  – длина,  $M$  – масса,  $T$  – время и т.д.

Любая произвольная размерность обозначается квадратными скобками от соответствующей величины. Например,  $[v]$  – размерность скорости,  $[E]$  – размерность энергии и т.д.

Формула размерности. В теории размерности доказывается, что размерность любой величины представляет собой степенные одночлены вида  $[N] = L^l T^m M^n \dots$  и называется формулой размерности. Иногда в формулах размерности используют не символы основных величин, а их единиц измерения  $[v] = \text{мс}^{-1}$ ,  $[E] = \text{кг м}^2 \text{с}^{-2}$  и т.д.

Метод размерностей – одно из самых интересных методов расчета. Суть его заключается в возможности восстанавливать различные соотношения между физическими величинами. Достоинства: быстрая оценка масштабов исследуемых явлений; получение качественных и функциональных зависимостей; восстановление забытых формул на экзаменах, ЕГЭ. А так же специальные задания с использованием метода размерностей, способствует развитию мышления и культуры речи [1].

В основе метода размерностей лежит составление перечня существенных физических величин, определяющих процесс в данной задаче. Это возможно сделать лишь при сознательном и глубоком понимании, а также при исследовательском, творческом подходе к разбору физической ситуации. Это означает, что использование метода размерностей способствует развитию мышления учащихся на уроках физики. Большинство задач школьного курса физики относительно просты с точки зрения рассматриваемого метода, это значительно облегчает его использование в обучении.

Рассмотрим некоторые достоинства и приложения метода размерностей:

- быстрая оценка масштабов исследуемых явлений;
- получение качественных и функциональных зависимостей;
- восстановление забытых формул на экзаменах;
- выполнение некоторых заданий ЕГЭ;

● осуществление проверки правильности решения задач.

Метод размерностей является распространенным и относительно простым методом современной физической науки. Он позволяет с меньшими затратами сил и времени проверить:

- 1) правильность решения задачи;
- 2) установить функциональную зависимость между физическими величинами, характеризующими данный процесс;
- 3) оценить ожидаемый численный результат. Кроме того, учитель физики имеет возможность:

а) опросить за урок большее число учащихся;

б) выяснить знание формул и единиц измерения физических величин;

в) сэкономить время при объяснении нового материала. Использование метода размерностей на учебных занятиях будет стимулировать более углубленное изучение предмета, расширит кругозор учащихся, усилит меж предметную связь.

В физике имеется одна чрезвычайно полезная математическая процедура, называемая анализом размерностей.

Для правильной постановки и обработки экспериментов, результаты которых позволяли бы установить общие закономерности и могли бы быть приложенными к случаям, в которых эксперимент не проводился непосредственно, необходимо вникать в сущность изучаемого вопроса и давать общий качественный анализ.

Возможность такого предварительного качественно-теоретического анализа и выбора системы определяющих безразмерных величин и дает теория размерности, которая приносит много пользы и в теории, и в практике. Все результаты, добываемые с помощью этой теории, получаются всегда очень просто, элементарно и почти без всякого труда. Но применение этой теории к новым задачам требует опыта и понимания сущности явления.

Всякое уравнение в физике выражает соотношение, объективно существующее в природе, независимо от воли того, кто это уравнение пишет. И, конечно, обе части уравнения должны выражаться величинами, измеряемыми в одних и тех же единицах.

Анализ размерностей широко применяется в физике для анализа уравнений, которые бывают не так просты, как  $F = ma$ , и в отношении которых присутствует сомнение, верны ли они. Если бы степени хотя бы одной размерности не совпали, то

это означало бы стопроцентную гарантию того, что уравнение неверно [3].

При решении задач, а соответственно и тестов большое значение имеет контроль по установлению размерностей величин входящих в качестве слагаемых в расчетные формулы. Вполне очевидно, что выражение типа «3м-2кг» не имеет смысла, поэтому если в результате решения появляются слагаемые, имеющие разную размерность, то это явный признак того, что была допущена ошибка (чаще всего она носит арифметический характер). Понимая это, необходимо периодически при решении теста или задачи прибегать к анализу размерности.

Польза от применения размерностей не ограничивается процедурой анализа размерностей. Также метод размерностей используется при систематизации физических величин.

Следует только помнить, что размерность при систематизации физических величин – это всё же понятие вспомогательное. Оно помогает решать проблему, но решить проблему не возможно только с помощью размерностей. Да и стремиться к такому подходу вряд ли стоит. Проблему систематизации физических величин решает только сравнение определяющих уравнений, а применение размерностей придает этому решению определенную наглядность.

В свою очередь, физические величины могут быть размерными и безразмерными. Величины, численное значение которых зависит от принятых масштабов, то есть от системы единиц измерения, называются размерными или именованными величинами, например: длина, время, сила, энергия, момент силы и т. д. Величины, численное значение которых не зависит от применяемой системы единиц измерения, называются безразмерными или отвлеченными величинами, например: отношение двух длин, отношение квадрата длины к площади, отношение энергии к моменту силы и др. Это понятие является условным, и поэтому некоторые величины можно рассматривать в одних случаях как размерные, а в других – как безразмерные.

Различные физические величины связаны между собой определенными соотношениями. Поэтому если некоторые из них принять за основные и установить для них какие-то единицы измерения, то единицы измерения остальных величин будут определенным образом выражаться через единицы измерения основных величин. Принятые для основных величин единицы измерения называются основными или пер-

вичными, а остальные – производными или вторичными.

В настоящее время большим распространением пользуются физическая и техническая системы единиц измерения. В физической системе за основные единицы измерения приняты сантиметр, грамм-масса и секунда (система CGS),

Метод размерностей работает в очень широком диапазоне порядков величин, он позволяет оценивать размеры Вселенной и характеристики атомного ядра, проникать внутрь звезд и находить ошибки у писателей – фантастов, изучать волны на поверхности лужи и подсчитывать количество взрывчатки при строительстве туннелей в горах.

Основная польза теории размерностей связана с возможностью изучения физических закономерностей в безразмерном виде, не зависящим от выбора систем единиц измерения. Результаты анализа проблемы в безразмерном виде применимы сразу к целому классу явлений.

Суммируя все вышеизложенное, сделаем следующие выводы:

1. Метод размерностей может быть использован в случае, если искомая величина может быть представлена в виде степенной функции.

2. Метод размерностей позволяет качественно решить задачу и получить ответ с точностью до числового коэффициента

3. В некоторых случаях метод размерностей является единственным способом решить задачу и хотя бы оценить ответ.

4. Решение задач методом размерностей является дополнительным или вспомогательным методом, позволяющим лучше понять взаимодействие величин, их влияние друг на друга.

5. Метод размерностей очень прост в математическом отношении.

Данный метод требует особого внимания. Более конкретное и детальное изучения, с целью внедрения данного метода в школьный курс физики, для осознанного и целенаправленного использования метода размерности при решении поставленных задач перед учащимися.

#### Список литературы

1. Алексеевнина А.К. От физических понятий к культуре речи // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6-4. – С. 807-811.
2. Брук Ю.М., Стасенко А.Л. Как физики делают оценки – метод размерностей и порядки физических величин // *Сб. «О современной физике – учителю»*, изд. «Знание», Москва, 1975. – С. 54-131.
3. Власов А.Д., Мушин Б.П. Единицы физических величин в науке и технике. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 27 с.