

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

*канд. физ.-мат. наук, доц. Л. А. ВЕЛИЧКО,
канд. физ.-мат. наук, доц. В. И. ГЛАДКОВСКИЙ,
канд. физ.-мат. наук М. М. БАРКОВСКАЯ*

(Брестский государственный технический университет)

Рассмотрен процесс формирования терминологической компетентности студентов технических специальностей на примере изучения физических терминов, применяемых в классической механике.

Ключевые слова: *термин, терминологическая компетентность, механика, инерция, момент инерции, момент импульса.*

Сущность повышения терминологической компетентности студентов технических специальностей при изучении физики заключается в том, что вначале обучение должно быть направлено на формирование большого количества разнообразных понятий, которые затем в процессе осмысления и понимания объединяются студентами в терминологию – систему взаимосвязанных понятий [1]. Может быть, нечто подобное имел в виду Аристотель, сказав, что «начало есть больше, чем половина всего», поскольку именно студент, владеющий терминологической грамотностью, способен выявить и изучить связи между отдельными понятиями, что и составляет цель процесса познания. Однако главное отличие компетентного специалиста от грамотного состоит в том, что он может реально и эффективно использовать терминологические знания в решении поставленных задач.

Формирование терминологической компетентности студентов происходит в процессе формулирования студентом правильного словесного выражения причинно-следственных связей, обуславливающих физическое или техническое явление [1]. Кроме того при изучении системы понятий любого раздела физики необходимо учитывать существующие взаимосвязи между терминами. Например, вектор силы $\vec{F}$ связан с вектором ускорения $\vec{a}$ посредством второго закона Ньютона. В свою очередь, вектор ускорения $\vec{a}$ можно выразить через производную по времени от вектора скорости $\vec{V}$. Вектор скорости $\vec{V}$ можно определить через производную по времени от вектора перемещения $\Delta\vec{r}$. Таким образом, знание терминологии позволяет студенту выявлять существующие связи между разными разделами физики, что подтверждает факт формирования у него ясных физических представлений о сути явления. Включение полученных знаний в реальную практику способствует развитию терминологической компетентности студента.

Отражение связи терминов с реальным миром рассмотрим на примере такого термина, как масса. В классической механике масса фигурирует в двух различных законах. Представим, что тело массой m находится на расстоянии r от другого тела массой M . В этом случае «работает» закон всемирного тяготения: тело массой m притягивается к телу массой M . В этом законе масса M проявляет свои гравитационные свойства, т. е. характеризует способность тел притягивать друг друга. И такую массу называют гравитационной [2, 3]. Если же это тело массой M будет двигаться под действием силы $\vec{F}$ (согласно второму закону Ньютона $\vec{F} = M\vec{a}$), то в этом случае она проявляет инертные свойства тела. Такую массу называют инертной [2, 3]. Экспериментально установлено, что эти массы тождественны [4], следовательно, одна и та же масса может проявлять различные свойства в зависимости от физических процессов, в которых она участвует.

Часто повторяют, что масса есть мера инертности тела. При этом уточняют, что тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения. Как понимать термин «покой»? Ведь тело массой m занимает определенное положение в пространстве относительно тела отсчета. Следовательно, термин «покой» необходимо понимать как неизменное положение тела в пространстве, но обязательно указав в какой инерциальной системе отсчета. При этом термин «покой» будет означать постоянство во взаимном расположении тела массой m и тела отсчета в выбранной системе отсчета. Отсюда вытекает термин «масса покоя» – это масса тела в системе отсчета, относительно которой его скорость равна нулю [4]. А как при этом понимать продолжение формулировки: масса – это мера инертности тела, находящегося в прямолинейном равномерном движении. Здесь необходимо ввести новый термин «инерция» – явление сохранения телом постоянной скорости, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано, т. е. способность тела массой m сохранять этот вид движения [2]. Что означает сохранять? Известно, что в систему отсчета входят часы, которые измеряют интервал времени движения. Если в течение этого интервала времени вектор скорости не изменяется ни по величине, ни по направлению, то он сохраняется, и тогда тело массой m участвует в равномерном прямолинейном движении.

Кроме того, в механике очень часто тело рассматривается как система материальных точек (или элементарных масс) при описании поступательного движения. Поэтому можно ввести новый термин «центр инерции». В таком случае центр инерции движется как материальная точка, в которой сосредоточена вся масса системы, под действием результирующей внешних сил. Если система замкнута, то центр инерции находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения [3, 4]. Следовательно, выражение «масса – мера инерции» можно интерпретировать как свойство тела сохранять или противодействовать, сопротивляться изменению его положения в системе отсчета. Любое изменение по отношению к телу отсчета положения тела массой m в системе отсчета есть движение.

Зададимся вопросом, как в данной инерциальной системе отсчета тело массой m проявит себя в другом виде движения. Например, во вращательном движении вокруг неподвижной оси. Известно, что при равномерном вращении тела вектор скорости изменяет свое направление. Обозначим через ω угловую скорость вращения тела массой m . Разобьем тело массой m на большое число элементарных масс Δm_i , представляющих собой систему материальных точек, взаимное расположение которых остается неизменным. Тогда любая из этих элементарных масс будет находиться от оси вращения на «своем» расстоянии r_i . Именно этот факт изменяет свойство массы (меры инерции) – сопротивляться изменению движения – изменению направления вектора скорости. Появляется новый термин – элементарный момент инерции, относительно неподвижной оси вращения (например, оси Z):

$$\Delta J_{Zi} = \Delta m_i \cdot r_i^2.$$

Просуммировав все элементарные ΔJ_{Zi} , можно определить момент инерции (возможно надо бы говорить момент массы) тела относительно данной оси вращения [5]:

$$J_Z = \sum_{i=1}^N \Delta J_{Zi} = \sum_{i=1}^N \Delta m_i \cdot r_i^2. \quad (1)$$

Следует подчеркнуть, что введение нового термина – момента инерции тела, обладающего массой, – отражает физическую связь между «мерой инертности» и видом движения тела. Так, кинетическая энергия тела массой m при вращательном движении относительно неподвижной оси с угловой скоростью ω определяется по формуле:

$$W_k^{\text{вращ}} = \frac{J_Z \cdot \omega^2}{2}. \quad (2)$$

В случае поступательного движения тела массой m со скоростью v , его кинетическая энергия вычисляется по формуле:

$$W_k^{\text{пост}} = \frac{m \cdot v^2}{2}. \quad (3)$$

Сравнивая формулы (2) и (3) между собой, можно сделать вывод, что момент инерции тела является мерой инертности тела при вращательном движении.

Таким образом, можно заключить, что в механике при описании вращательного движения роль массы играет момент инерции. Тогда одной из задач применения термина «момент инерции» является выявление новых связей между физическими величинами, описывающих это вращательное движение.

При вращении тела вокруг неподвижной оси каждая выделенная элементарная масса Δm_i , находясь на расстоянии r_i от оси вращения, движется по окружности постоянного радиуса r_i с линейной скоростью v_i , перпендикулярной этому радиусу. Учитывая связь между линейной и угловой скоростями ($v_i = r_i \cdot \omega$), можно ввести новый термин – элементарный момент импульса $\Delta \vec{L}_i$:

$$\Delta \vec{L}_i = [\vec{r}_i, \Delta m_i \vec{v}_i]. \quad (4)$$

Просуммировав во всем элементарным массам, на которые мысленно было разбито тело, получаем момент импульса тела относительно оси:

$$\vec{L}_i = \sum_{i=1}^N [\vec{r}_i, \Delta m_i \vec{v}_i]. \quad (5)$$

На основании формул (1) и (5) момент импульса тела относительно оси вращения, например оси Z, можно записать:

$$\vec{L}_Z = J_Z \cdot \vec{\omega}. \quad (6)$$

Следовательно, момент импульса тела равен произведению момента инерции тела, вращающегося относительно неподвижной оси, на его угловую скорость ω .

Кроме того, для описания вращательного движения твердого тела необходимо ввести еще одно новое понятие – момент силы. Под моментом силы $\vec{M}$ будем понимать величину, равную векторному произведению радиус-вектора $\vec{r}_i$, проведенного от оси вращения в точку приложения силы, на эту силу (его направление будет совпадать с направлением векторного произведения) [4, 5]:

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]. \quad (7)$$

Следует отметить, что причиной, определяющей при вращательном движении твердого тела изменение момента импульса относительно оси вращения, является действие на него суммарного момента всех внешних сил:

$$\frac{dL_Z}{dt} = M_Z, \quad (8)$$

где M_Z – результирующий момент внешних сил.

Предположив, что в процессе вращения тело не деформируется, т. е. момент инерции не изменяется, можно записать основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси (например, оси Z):

$$M_Z = J_Z \cdot \varepsilon, \quad (9)$$

где ε – угловое ускорение.

Из формулы (9) следует, что угловое ускорение тела при заданном моменте силы зависит от формы тела и распределения массы тела, что и подтверждает понятие «масса – мера инертности тела».

Сопоставляя между собой формулы, описывающие поступательное и вращательное движение твердого тела, можно заметить, что во всех случаях роль массы играет момент инерции, силы – момент силы, импульса – момент импульса и т. д.

Таким образом, краткий перечень терминов, описывающих проявления инертности тела или инерции массы тела, можно использовать при контроле формирования терминологической компетентности студента. Проведение экспресс-контроля можно организовать по-разному. Например, преподаватель может предложить:

а) написанное на бумаге равенство о любом моменте. Студент должен дать его формулировку, оперируя изученными терминами, и графически изобразить вектор – момент в прямоугольной системе координат, указав по осям вектора его образующие;

б) рисунок на бумаге: прямоугольная система координат с обозначением величин, откладываемых по осям, но без результирующего вектора. Студент должен нарисовать и обозначить результирующий вектор, записать формулу для определения этого вектора, прочесть ее вслух, используя усвоенные им термины;

в) вычеркнуть из списка всех формул, содержащих момент (написанных без знака вектор), те формулы, которые определяют скалярную величину;

г) в этом списке проставить знак вектора в тех равенствах, которые определяют векторную величину.

Таким образом, такая организация контроля за формированием терминологической компетентности студента, многократно примененная к одному и тому же студенту, представляет собой тренинг, способствующий переводу понятий в долговременную память.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ожегов, С. И. Словарь русского языка / С. И. Ожегов. – М. : Русское слово, 1986. – 797 с.
2. Физический энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. – М. : Советская энциклопедия, 1983. – 928 с.
3. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М. : Академия, 2003. – 720 с.
4. Савельев, И. В. Курс физики : учебник / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1989. – Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. – 352 с.
5. Ташлыкова-Бушкевич, И. И. Физика : учеб. пособие в 2 ч. / И. И. Ташлыкова-Бушкевич. – Минск : АСАР, 2014. – Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Электричество и магнетизм. – 288 с.