

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики  
им. А.М. Прохорова Российской академии наук

<sup>2</sup>Российский Национальный исследовательский медицинский университет  
им. Н.И. Пирогова

Для любого вида обучения важна системность. Системность предполагает прежде всего формирование целостного представления о предмете. Здесь уместно привести мнение Фейнмана: «...кроется одна опасность – пока мы не услышали весь рассказ целиком, в нас может укорениться и выдать себя за полную та неполная истина, которую мы успели усвоить; в голове все перепутается...». Поэтому, прежде чем формулировать законы физики, целесообразно рассмотреть физический смысл основных понятий и ознакомиться со связями основных понятий между собой и с законами. Основные понятия и их системные связи друг с другом можно назвать *тезаурусом* [1]. Тезаурус важен как начальный уровень, помогающий восприятию учебного материала в соответствии с принципом «от простого к сложному» [2]. В структуре связи основных понятий особое значение имеют *системообразующие* связи.

Например, в учебниках, как правило, вначале идет раздел *Кинематика*, а затем *Динамика*. В *Кинематике* изучаются способы описания движения независимо (!) от причин (сил), обуславливающих эти движения. А в *Динамике* изучается действие вызывающих движение причин (сил). Очевидно, что принципу системности будет соответствовать обратная последовательность изложения, когда вначале усваиваются законы динамики [1]. Этот недостаток может быть скомпенсирован первоначальным ознакомлением с системной связью понятий в виде структуры представлений. Усвоение полной, системно упорядоченной схемы связи физических понятий важно именно вначале, перед изложением основного материала, требуемого программой.

Системность изложения решает две основные задачи: 1) структурирование основных понятий ньютоновской механики как таковой; 2) рассмотрение смысла и содержания основных понятий с разных точек зрения.

Опыт показывает, что понимание и использование понятия *полная механическая энергия* вызывает большие затруднения. Уместно привести мнение профессора МГУ В.И. Николаева: «...чрезвычайно распространенную ошибку, которую *почти всегда* совершают, решая задачи с помощью закона сохранения механической энергии. Речь идет

о задачах, в которых встречается потенциальная энергия, обозначаемая символами  $mgh$ » [3]. Проблема, в частности, в том, что потенциальная энергия воспринимается как самостоятельная величина, как одна из основных величин в *Механике*. Но в ньютоновской механике это не так. Поэтому важно разграничить системы ньютоновской механики и теорфизики. Кроме того, при рассмотрении смысла и места понятий *потенциальная энергия* и *полная механическая энергия* в различных системах можно достичь более полного раскрытия их физического смысла.

В ньютоновской механике, которая, по определению, строится на основе законов (аксиом) *Ньютона*, логика связи основных понятий следующая: воздействие тел друг на друга характеризуется силой, механическое движение тел определяется силами. Поэтому силу целесообразно принять в качестве системообразующей категории [1,4]. Все другие понятия, используемые в ньютоновской механике, в том числе потенциальная энергия и полная механическая энергия, вводятся исходя из действия сил. Целесообразно рассматривать потенциальную энергию не как часть механической энергии, а как вспомогательную величину, сконструированную на основе *силы*, а именно, вводится исходя из *работы силы* (например, в потенциальном поле это *работа сил поля* с обратным знаком), что придает понятию *потенциальная энергия* четкий физический смысл.

В теорфизике система построена на совершенно других принципах. В ней за основу принимается не сила, а функция, выведенная из наиболее общей формулировки законов движения механических систем – принципа наименьшего действия. Часть этой функции, зависящая от координат, *названа потенциальной энергией*. Наряду с кинетической, она является базовым понятием. *Полная механическая энергия* вводится с помощью этой функции как сохраняющаяся величина - *интеграл движения*. Силой *названа* производная от потенциальной энергии по координате (со знаком минус).

Опыт показывает, что применение законов сохранения также вызывает большие затруднения. Как отмечает профессор МГУ В.И.Николаев, «Законы сохранения трактуются вразнобой, причем их авторы порой *противоречат* не только друг другу, но и *самим себе*. Встречаются и *ошибочные формулировки* законов сохранения». Поэтому важно при изложении использовать системную связь основных понятий и законов ньютоновской механики. Предлагается следующая схема: *сила – работа силы (или импульс силы) - теоремы об изменении – законы сохранения* [1]. То есть, законы сохранения в системе ньютоновской механики рассматриваются как следствия законов Ньютона. В результате глубокое усвоение *теорем об изменении* позволит избежать многих трудностей и ошибок при использовании *законов сохранения*.

Вместе с тем, получение представления о других подходах в современной *Механике* важно не только с точки зрения расширения кругозора или системного восприятия учебного материала. Важно также ознакомление с современными возможностями решения задач. Например, формулировка уравнений движения с помощью функции Гамильтона предоставляет большие преимущества при решении многих задач механики [1].

Поэтому для некоторых технических ВУЗов первоначальное ознакомление с функцией Гамильтона в курсе общей физики целесообразно и методически оправдано, особенно для тех специальностей, где она встречается при последующем обучении.

Но, в конечном счете, использование при изложении учебного материала тех или иных понятий, а также математическая форма изложения, определяются конкретными задачами обучения.

#### Литература.

1. *Ивашкин П.И., Романовский М.Ю.* Механика, молекулярная физика и термодинамика.- М., 2015. – 292с.
2. *Ивашкина В.П., Ивашкин П.И.* Методика изложения основных понятий физики // Сб. трудов 8-й региональной научно-практической конференции. Т. 2, 11 апреля 2007г. М., 2008.-С.102-113.
3. *Николаев В.И.*, О законах сохранения в разделе «Механика» // Физическое образование в ВУЗах, т. 13, № 2 - 2007.
4. *Ивашкин П.И.*, Системность в курсе общей физики. М.: МГАВТ, 2013. – 24 с.