

**В. И. Кондратенко**

Факультет физики и информационных технологий,  
кафедра радиопизики и электроники

## **БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ**

Базовые понятия по определению должны закладываться в самом начале курса изучения дисциплины, и в процессе обучения учащегося могут пересматриваться только в части уточнения и углубления с учетом вновь обретаемых дополнительных знаний. К сожалению, в большой степени при изучении физики мы сталкиваемся с отрывом школьной физики от ее вузовской интерпретации. На наш взгляд основным противоречием является эклектичность школьного образования, отсутствие целостности в методике преподавания. Правда, следует отметить, что и во «взрослой» физике далеко не все гладко, и различные научные школы по-разному трактуют одни и те же понятия. По-разному понимается и сам характер физической науки. Так, в предисловии к известному фундаментальному учебнику Ландсберга постулируется утверждение об экспериментальном характере физической науки, в то время, как в других, не менее авторитетных изданиях основное

внимание уделяется как-раз теоретическим обоснованиям. Вместе с тем при обоих подходах упускается из виду, что наука – это нечто иное, как отражение реалий окружающего мира нашими органами чувств, пусть даже и усиленными различными техническими приспособлениями. Фактически, строя систему той или иной науки, мы устанавливаем названия тем или иным объектам или явлениям окружающей реальности так, как мы ее воспринимаем, и определяем связи между этими названиями. Именно – между названиями-словами, которые мы ставим в соответствие указанным выше особенностям нашего восприятия. Поэтому нельзя требовать того, чтобы предметы реального мира вели себя именно так, как это описывается в учебниках. Исходя из этого, на первый план выступают логические обоснования научной системы взглядов, которые должны опираться на фундаментальные законы природы, которых в системе физики весьма ограниченное количество, и на привычную и понятную нам логику окружающего нас мира. Простейший пример – это движение тел под действием силы. Если спросить школьника, да часто – и студента – что является причиной движения, вы, вернее всего, услышите утверждение о том, что причина движения – это сила. Ответ настолько же неверный, насколько и очевидный. Действительно, ребенок с детства живет в убеждение о том, что, для того, чтобы заставить тело двигаться, нужно приложить определенное усилие. То, что оно необходимо для компенсации влияния других тел для него недоступно, так как формируется устойчивая причинно-следственная связь между интуитивным пониманием силы и результатом ее наличия или отсутствия. К слову – это обстоятельство играло основополагающую роль в догалилеевской системе взглядов, базировавшейся на учении Аристотеля. И только после фундаментальных работ Галилея и Ньютона стало возможным создание современной системы взглядов на суть вещей, которая повлекла за собой бурное развитие физической науки. Причина тоже очевидна – отсутствие строгого определения силы, интуитивизм в ее понимании. Определение же силы, как количественной меры взаимодействия тел приводит нас к необходимости учета в описанном процесс не только приложенной силы, но и сил взаимодействия со стороны всех окружающих предметов, и к пониманию процесса равномерного перемещения, как движения в условиях скомпенсированности влияния тел. Сколько тел, с которыми взаимодействует рассматриваемое тело при его движении либо покое, столько и сил мы должны учитывать при рассмотрении этого состояния. Если же мы хотим сделать вывод о взаимосвязи силы и характеристик движения, то должны провести экспе-

римент в условиях, когда присутствует единственное нескомпенсированное взаимодействие, каковым является только сила тяжести. Т.е. поступить так, как поступил Галилей. В результате им был получен первый в истории закон природы. Закон о причинно-следственной связи между характеристиками движения и характеристиками взаимодействия. Подобного рода законов в физической науке весьма немного, и они образуют тот базис, на котором строится вся система. Следует при этом различать законы природы и законы науки. Закон природы не требует обоснования и вытекает непосредственно из результатов экспериментальных исследований. Кроме того - он должен быть справедливым для всех объектов при условии справедливости ограничений на область применимости данного закона. Так, законы Ньютона применимы только в инерциальных системах. Естественно, их можно распространить и на неинерциальные системы, однако это потребует введения неких фиктивных понятий, таких, как сила инерции, ненаблюдаемых и достаточно сложных для использования в дальнейшем анализе. Поэтому исключение из школьного курса физики понятия центробежной силы представляется вполне оправданным. Сложнее обстоит дело с законом сохранения энергии, да и с самим понятием энергии. Экспериментальная проверка этого закона возможной не представляется, так как, во-первых, предполагает знание всех видов взаимодействий, на что претендовать физическая наука, естественно, никогда не сможет, и, во-вторых - изоляцию анализируемой системы от всех внешних влияний, что также является задачей, невыполнимой. Хотя-бы по отмеченной выше причине. Тем не менее, справедливость данного закона подтверждается косвенно, так как результаты, получаемые на основе его использования, оказываются вполне достоверными. Что, впрочем, не говорит о том, что никогда не будут определены условия нарушения данного закона, как уже однажды произошло в результате работ Эйнштейна, приведших к понятию взаимопревращения массы и энергии, их фактической эквивалентности. Законы подобного рода, не являясь законами природы, являются законами науки, в рамках которой они сформулированы. Как закон сохранения массы в химии, потерявший свою актуальность в физической науке. Существует также и третья разновидность законов, которые законами по сути не являются, но такими именуются. Это такие широко применяемые законы, как закон Кулона и закон всемирного тяготения. Особенностью этих законов является, с одной стороны их экспериментальный характер, что относит, казалось, их к законам природы, и, с другой стороны, их невсеобщность, что относит их к частным проявлениям неких более общих связей в отношении определенной группы объектов. Оба эти закона

справедливы только для тел сферической симметрии-точек, однородных сфер и шаров. Если для закона всемирного тяготения в школьном курсе это не столь критично, то с законом Кулона дело обстоит сложнее. Действительно, в курсе электростатики рассматривается не только взаимодействие точек, шаров и сфер, но и взаимодействие точечного заряда с заряженной плоскостью, а также взаимодействие заряженных плоскостей. И методически достаточно сложно, не имея в распоряжении аппарата дифференциального и интегрального исчисления, объяснить даже хорошо успевающему школьнику причину столь резких расхождений применяемых в этом случае выражений с законом Кулона. Причиной сложившегося обстоятельства является на наш взгляд непоследовательность в изложении указанных законов. В самом деле в данном случае в качестве закона может выступать зависимость величины взаимодействия от величины заряда, что, впрочем, является тавтологией, так-как именно по величине взаимодействия экспериментально определяется величина заряда или гравитационной массы. Для определения массы тела мы его взвешиваем, т. е. определяем именно силу его взаимодействия с землей или уравниваем на равноплечих весах, также уравнивая силы взаимодействий испытуемого и эталонного объектов с землей. А вот экспериментальная обратно-квадратичная зависимость от расстояния между объектами с точки зрения формулирования закона недопустима. Нельзя устанавливать причинно-следственную связь между физической величиной – силой и числом – квадратом расстояния. Действительно, квадрат расстояния физической величиной не является, единицы измерения не имеет и может быть вычислен только математически, а не определен сравнением с эталоном. Тем не менее, указанное затруднение можно легко обойти, если обратиться к истинным основам этих законов, базирующимся на современных представлениях о характере взаимодействия отмеченных объектов. Сущность и анализ частных случаев, в том числе и отмеченных законов, является при этом легко доступной для школьника. Однако, на первый план следует ставить те утверждения, которые в существующей постановке оказываются вторичными. Это утверждение о том, что

1) и массы, и заряды, находясь в различных точках пространства, непосредственно между собой не взаимодействуют – они взаимодействуют с полями, которые существуют в занимаемых ими областях пространства, и ими же порождаются,

2) заряды представляют собой совокупности частиц, несущих равные элементарные заряды (то же самое можно сказать и о массах тел),

3) каждый элементарный заряд взаимодействует с полем самостоятельно, суммарная сила – это векторная сумма всех сил,

- 4) каждый заряд является самостоятельным источником поля,
- 5) поля всех зарядов складываются векторно (принцип суперпозиции),
- 6) поля при распространении в пространстве ослабляются обратно пропорционально поверхности, на которую они рассеиваются.

Использование данных положений в качестве исходных, базовых, а не производных - вторичных, позволяет легко и естественно прийти к выражению, аналогичному теореме Гаусса, из которого и получить искомые формулы. Экспериментальный же закон Кулона в этом случае может служить доказательством справедливости сделанных предположений о характере взаимодействия. Совершенно аналогично могут быть получены и другие выражения школьного - да и не только - курса физики, такие, как законы Ома, Джоуля-Ленца и др. При этом основным является формирование логически обоснованной непротиворечивой физической картины мира, которая впоследствии может, естественно, уточняться и конкретизироваться, но уже не будет подвергаться пересмотру при переходе к более высокой ступени обучения.