

И.А. Данилюк

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ В СИСТЕМЕ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Рассматривается актуальность формирования физико-математических знаний абитуриентов, которые способствуют повышению качества подготовки обучаемых как в системе довузовской подготовки и поступления их во вуз, так и для последующего успешного обучения по выбранной инженерной специальности.

В настоящее время система высшего образования ориентирована на воспитание компетентного специалиста, которому помимо сугубо профессиональных знаний и умений присущи такие качества, как инициатива, сотрудничество, умение учиться, оценивать, логически мыслить, отбирать и использовать информацию. Востребованность молодого специалиста устанавливает рынок труда в зависимости от качества его практической подготовки, уровня профессиональной компетентности.

Как известно, начальный этап профессионализации считается наиболее важным для формирования отношения личности к себе как субъекту профессиональной деятельности. Значимость этого этапа состоит в том, что по ходу его решаются не только социальные, но и личностные проблемы, поскольку речь идет 1) о выборе сферы будущей профессиональной деятельности для данной личности; 2) о хорошем уровне обученности, необходимом для последующей профессиональной деятельности в качестве конкурентоспособной личности; 3) о планируемой востребованности высококвалифицированного, компетентного специалиста на рынке труда. Поэтому одним из главных путей повышения качества образования в техническом вузе является методическое и технологическое совершенствование довузовской подготовкой абитуриентов (профильное обучение) в системе непрерывного профессионального образования.

Особое место в совершенствовании системы довузовской подготовки абитуриентов (ДПА) занимает упрочнение и дальнейшее развитие физики в более тесном содружестве с математикой. Дело заключается в том, что математика при использовании ее в физике и в технике выступает не только в качестве вычислительного инструмента, но составляет ту основу, которая позволяет более глубоко оценить и представить в деталях происходящие при этом физические процессы и явления. Иными словами, для качественного овладения физикой совершенно обязательно приобретение обучаемыми умений надежно и свободно пользоваться математическими понятиями при разрешении практически всех физических ситуаций.

В сущности, обсуждая совершенно естественное единение физики и математики в процессе научения по схеме межпредметных связей, можно говорить (обучая физике в ходе ДПА для сдачи Единого государственного экзамена) о так называемых физико-математических знаниях (ФМЗ), успешно используемых будущими студентами при овладении практически полным набором специальных (инженерных) дисциплин. Все это важно еще и потому, что в ЕГЭ примерно 80% выполненной работы при подготовке ответа на предложенное задание приходится на числовое (математическое – таблицы, графики, диаграммы и т.п.) оформление предъявленной в данных условиях физической проблемы.

Анализируя процесс обучения и результаты, полученные в ходе ДПА, можно утверждать, что очень многие погрешности в знаниях и умениях учащихся (и в период обучения в школе, и тогда, когда они становятся студентами вуза) зависят именно от качества приобретенных ими ФМЗ. В них удачно сочетается физическая (природная, техническая, бытовая) действительность и ее описание на точном и лаконичном математическом языке, позволяющем понимать и фиксировать наблюдаемые закономерности в количественных отношениях и в пространственных формах природной среды и производства.

Интересно, что кроме учета прагматического характера физико-математических знаний в ходе ДПА вполне ощутимо и дополнительное влияние их на достижение таких воспитательных целей обучения, как формирование действительно научного (доказательного) мировоззрения и устойчивого интереса к изучению физики (эффект «получается!») и развитие личности в умственном и нравственном отношениях (последнее – возможно, самое главное и трудно достижимое).

Таким образом, усвоение в ходе ДПА не просто физических, а физико-математических знаний и умений по необходимости связано с приобретением обучаемыми таких специально определенных и реально действующих качеств, которые требуются учащимся в современных

условиях жизни и труда и без которых невозможно становление всесторонне развитой, компетентно подготовленной и конкурентоспособной личности.

Конечно, точки соприкосновения физики и математики могут быть различными – начиная от такой первоначальной темы, как «Числа и вычисления», и заканчивая решением дифференциальных уравнений. Здесь мы рассмотрим только некоторые важные для овладения курсом физики в сфере ДПА позиции, отражающие наиболее существенные, часто встречающиеся и трудные в усвоении ФМЗ, на которые приходится наибольшее число ошибок при решении задач разного уровня сложности. Остановимся, прежде всего, на следующих математических «стержневых линиях», относящихся к тому курсу физики, который сейчас принят в РФ как стандарт образования.

Во-первых, к ним относится все то, что реально характеризует вычислительную культуру абитуриентов и что выражается в таких приобретенных устойчивых умениях, как действия с обыкновенными и десятичными дробями, с процентами, со стандартным видом числа, с прямой и обратной пропорциональностью, с округлением целых чисел и десятичных дробей и т. п.

Во-вторых, это демонстрация уверенного владения техникой и технологией выполнения тождественных преобразований физических выражений и формул, их составление в форме различных по сложности буквенных записей («решение задачи в общем виде») с последующими а) проверками размерности; б) числовыми подстановками и производством вычислений, умении выражать в формулах основных законов и зависимостей одни переменные через другие.

В-третьих, показ уровня усвоения основных приемов составления и решения рациональных уравнений (неравенств, систем), в том числе и с параметрами, сводящимися к линейным и квадратным, а также технологию использования для описания физико-математических ситуаций графических и аналитических представлений с последующим применением геометрических рассуждений для анализа и более глубокого исследования полученных уравнений; иначе – уметь и понимать и использовать в деталях 1) графическую интерпретацию решения уравнений и их систем, 2) метод интервалов для анализа и решения относительно несложных рациональных неравенств.

В-четвертых, утверждение в сознании учащихся такого важного физико-математического понятия, как функция, представляющего собой в самом общем виде математическую модель, которая, с одной стороны, позволяет описывать (и изучать) разнообразные зависимости между реальными (физическими) величинами – явлениями, процессами, событиями, а с другой стороны, помогает обучаемым проникнуть в суть и осознать физический смысл изучаемых законов природы, выявленных функциональных закономерностей между ее параметрами и величинами, т.е. способствуют получению более глубоких и прочных знаний по курсу физики на основе развития логического мышления обучаемых, уверенным оперированием понятиями, суждениями и умозаключениями с привлечением причинно-следственных связей. Ниже мы остановимся на этой важнейшей для приобретения ФМЗ в ходе ДПА проблеме подробно.

В-пятых, внимательное отношение к разнообразным геометрическим формам, которые, как известно, являются, в конечном счете, идеализированными образами предметов (объектов) окружающего нас мира; именно они очень часто существенно помогают нам разобраться в содержании и сущности физических процессов, происходящих конкретно в быту, науке и, что особенно важно, в технике, т.е. помогают получить в ходе разрешения физических проблем реальное представление 1) о необходимости (и возможности) проведения дедуктивных рассуждений и относительно развернутых доказательств по поводу правомерности выполненных действий; 2) об иллюстрировании и моделировании проекционными чертежами изучаемых пространственных форм реальных физических тел и устройств; 3) о векторно-координатном методе решения физических задач и элементах использования математического анализа.

Как видим, обозначенные пять стержневых линий соприкосновения двух учебных предметов – физики и математики – со всей определенностью указывают на возможность осуществления таких познавательных действий, которые способствуют повышению качества подготовки обучаемых как в системе довузовской подготовки и поступления их во вуз, так и для продолжения обучения по выбранной инженерной специальности. Другими словами, взаимообогащающая связь физики и математики является, по-видимому, не только одним из важных, часто наблюдаемых в практике научения реальных условий повышения качества знаний и умений обучаемых, но и может претендовать на некоторый дидактический принцип обучения физике, в ходе которого конкретизируется конечный физико-математический результат научения в системе ДПА.

Дело еще и в том, что математика – это не только «язык» любой науки (в том числе, конечно, и физики), но и своеобразный, совершенно объективный критерий истинности (верности, полезности, важности, значимости, применимости и т.п.) того, что получают, присваивают и

затем воспроизводят обучаемые; еще Э. Кант утверждал, что «в каждой науке столько истины, сколько математики». Поэтому межпредметная связь, реализуемая в ходе решения задач и выполнения физических упражнений на уровне ФМЗ, является очень важной для успешного овладения в системе ДПА школьным курсом физики в объеме, вполне достаточном как для сдачи ЕГЭ, так и для последующего обучения во вузе.

Из всех понятий в ранее названных стержневых линиях наиболее действенными, взаимосвязанными, на наш взгляд, являются два: 1) чисто математическое – функция и 2) сугубо физическое – функциональная зависимость физических величин (далее – ФЗФВ). И если первое с самых общих математических позиций определяется как некоторая зависимость переменной Y от переменной X , при которой каждому значению X соответствует значение Y , то второе характеризует и учитывает смысл физических величин, входящих в аналитическую запись реальной зависимости между ними. Иначе говоря, ФЗФВ связывается с ролью (предназначением, задачей, целью, потребностью и т.п.) объекта нашего внимания в определенной системе обсуждаемых, зафиксированных отношений.

Известно, что математические соотношения в форме записи ФЗФВ играют в физике исключительно важную (подчас решающую) роль и, следовательно, требуют более тщательного их анализа в процессе познания. К сожалению, в практике обучения это методическое положение редко еще находит себе применение, что отрицательно сказывается на качестве конечного результата научения физике.

Также особо следует остановиться на тех реально наблюдаемых в процессе научения физике затруднениях, которые связаны с пониманием и использованием ФЗФВ. Назовем только некоторые из них.

Во-первых, учащиеся очень часто просто не понимают, что от чего (и как) зависит, иначе – что является функцией, а что аргументом. Из собственного опыта работы в системе ДПА следует, что большую помощь в ликвидации подобных ошибочных действий оказывает такое обсуждение изучаемого, при котором происходит его "детализация" в форме ответов всегда на два взаимосвязанных, но прямо противоположных вопроса: 1) "от чего зависит?" и 2) "от чего не зависят?" Причем практика показывает, что именно подробный разбор ответа на второй вопрос обеспечивает заметное повышение успешности решения таких нестандартных задач, которые требуют развитого умения мыслить самостоятельно в опоре на ФЗФВ.

Во-вторых, учащиеся обычно весьма неплохо представляют (раскрывают) явную зависимость одной физической величины от другой, в то время как на скрытую, слегка завуалированную зависимость физических величин, не входящих в первоначально возникшую по ходу решения формулу, они обычно не обращают внимания. А это практически всегда приводит либо к упрощенному, запутанному до глупости решению, либо к полному отказу от работы над задачей ("не знаю как делать", "чего-то не хватает" и т.п.).

В-третьих, учащиеся слабо доверяют (и знают) прием решения задач в общем виде и отдают явное предпочтение так называемому "блужданию по формулам". Замечено, что решение задачи методом от общего к частному (дедуктивно) во многих случаях позволяет быстро и надежно находить единственно возможный путь получения правильного ответа. Конечный результат выполнения задания существенно улучшается, если сразу же провести исследование полученного выражения (формулы), отражающего функциональную зависимость между данными величинами, нахождение соответствующей размерности искомого. И только после этого мы рекомендуем приступать к 1) его вычислению и 2) оценке правдоподобности полученного ответа.

В-четвертых, довольно часто ученики, прилично зная теоретические основы самой физики, затрудняются распространить уже известные им ФЗФВ на реально происходящие и наблюдаемые нами природные (бытовые, технические) явления и процессы. Например, весьма трудно получить правильные ответы на такие вопросы: каким и почему – большим или малым – собственным сопротивлением должен обладать амперметр? Почему маятник используется в часах? и т. п.

Сразу же заметим, что далеко не каждая физическая формула (записанная аналитически функция) правильно отражает (изображает, задает) ФЗФВ с точки зрения физики, т.е. с учетом реально происходящих в действительности процессов. Например, основные и производные физические формулы вида: 1) $S = V \cdot t$ и $V = S/t$; 2) $a = F/m$ и $F = am$; 3) $I = U/R$ и $R = U/I$; 4) $Q = mc\Delta t$ и $m = Q/(c\Delta t)$; 5) $I = E/(R+r)$ и $E = I(R+r)$ и т. д. с точки зрения математической (сугубо функциональной) записи являются правильными, но с точки зрения физики все приведенные выше производные формулы дают совершенно ошибочные представления о действительно существующих в природе связях и взаимосвязях между обозначенными физическими величинами.

ми. Так, записанная выше формула $V = S/t$ никак не выражает существующую в действительности ФЗФВ, поскольку всем ясно, что в чисто физическом смысле скорость движения данного тела совсем не зависит от его перемещения. И это при том, что с точки зрения математики здесь все в порядке: если кто-то сообщил нам величину пройденного пути и затраченное на него время, то, разделив первое на второе, мы действительно получим численное значение скорости движения тела.

Точно так же приложенная к телу сила не зависит ни от массы тела, ни от его ускорения, т.е. аналитическое выражение $F = ma$ не отражает причинно-следственную связь между данными физическими величинами, а только указывает, как найти силу, если нам известны масса тела и его ускорение. Иначе – только зависимость ускорения движения тела от силы при данной постоянной массе отражает истинную функциональную (в данном случае прямо пропорциональную) зависимость.

Поскольку правильное понимание смысла используемых понятий «функция» и «ФЗФВ» позволяет уверенно разобраться в выборе истинного пути решения многих задач по физике (и по тем будущим специальным вузовским дисциплинам, для которых она представляет основу), то, по-видимому, правильными являются наши рекомендации обращать в системе ДПА особое внимание на использование этих понятий как при анализе условия предложенной физической задачи, так и при определении характера и сущности познавательных (умственных) действий, ведущих к разрешению содержащейся в условии проблемы.

Заметим, что при решении практически любой физической задачи требуется оценить ФЗФВ, поскольку именно этот шаг поможет не только избавиться от простейших ("глупых") ошибок в рассуждении, но и, как правило, подскажет правильный путь решения проблемы. А затраченное на анализ ФЗФВ время обязательно окупится за счет: 1) лучшего понимания физической сущности предложенной в условии задачи проблемной ситуации, 2) более уверенных и надежных в исполнении умственных действий, связанных с возникшей потребностью решения обсуждаемой проблемы.

Причем непосредственное включение ФЗФВ в учебный процесс при ДПА весьма разнообразно и начинается, как правило, уже при 1) первоначальном использовании физических понятий, 2) исследовании физических процессов и явлений, фигурирующих в условиях решаемых при этом проблем, 3) установлении причинно-следственных связей между данными физическими величинами, 4) нахождении качественных и количественных зависимостей и выражении (записи) их в краткой или развернутой математической форме (формуле). Например, $R = f(l)$, $R = f(l/s)$ и $R = \rho l/s$.

Опыт использования в учебном процессе понятия ФЗФВ показал, что этот методический (возможно, технологический) прием весьма уместен при решении не только чисто физических, но и физико-технических, а иногда просто технических (производственных) задач, так как именно там требуется особо внимательное, вдумчивое оценивание существующих при этом (иногда – слабо наблюдаемых, как бы косвенных) функциональных связей между обсуждаемыми величинами, входящими в круг тех инженерных вопросов, с которыми обучаемые предположительно встретятся в ходе будущего вузовского научения.

Кроме того, здесь же имеет место совершенно естественное расширение понятия ФЗФВ, его конкретизация в ходе объяснения происходящих физических (или физико-технических) процессов, что, бесспорно, способствует вполне реальной актуализации этого понятия. Все это особенно хорошо заметно в ходе ЕГЭ, где очень часто предлагаются задания, в которых требуется продемонстрировать: а) знания различных способов задания функции – формулой, графиком, диаграммой, таблицей, словесными характеристиками, фотографиями; б) умение переходить от одного языка описания ФЗФВ к другому, читать, строить, преобразовывать графики основных элементарных функций; в) понимание содержательного смысла важнейших свойств функции, ее возрастание и убывание, знакопостоянство; г) развитие знаний о содержании и прикладном значении задач исследования ФЗФВ, о ее роли в изучении явлений реальной (природной) действительности и человеческой практики в ней.

Понятно, что приведенное рассуждение практически всегда присутствует во время проведения занятий в системе ДПА, поскольку только внимательное отношение к использованию в процессе научения понятия ФЗФВ позволяет надеяться на приобретение обучаемыми качественно добротных знаний по физике, которые обеспечат им уверенное выполнение ЕГЭ и последующее успешное обучение в техническом университете.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. М.: Просвещение, 1981.
2. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач. М.: Просвещение, 2001.