Выступление на заседании родственных отдельных дисциплин физики, химии, биологии и математики по теме «Реализация межпредметных связей на уроках физики и математики» преподаватель отдельной дисциплины (физика, химия, биология) Самойлова А.С.

**Развитие знаний учащихся о языке физики.**

Важнейшим элементом структуры физической науки являются физические понятия, многие из которых в физике как в точной науке выражаются в форме физических величин. На языке физических величин формулируются и законы, и принципы, и теории. Поэтому не будет преувеличением сказать, что знать физику – это, прежде всего, понимать язык физических величин, смысл физических величин.

Между тем именно в знаниях суворовцев о физических величинах обнаруживается ряд существенных недостатков. Ниже перечислены ряд недостатков в усвоении физических величин (понятий, закономерностей) учащимися.

1. Формальное усвоение математического выражения, с помощью которого даётся определение величины, и непонимание её физического смысла. (Например, суворовец даёт определение емкости проводника как отношение заряда к потенциалу, который проводник приобретает при сообщении ему этого заряда, но затрудняется показать, какое свойство проводников характеризует эта величина, как понимать, что емкость одного проводника больше, чем другого.)
2. Не умение учащихся читать графики линейной, квадратичной зависимости или графики тригонометрических функций.
3. Применять понятие производной для физических величин.
4. Выполнять действия со степенями.
5. Нахождение проекции вектора на координатную ось. (В математике проекции векторов не определяются вовсе.)
6. Представление о таких понятиях, как масса, сила, энергия, заряд, количество теплоты, как о чем-то реально существующем, как о субстанциях, существующих наряду с материальными объектами или помимо них. (Примером проявления такого рода заблуждений является хотя бы весьма распространенное среди суворовцев утверждение, что на тело, находящееся на наклонной плоскости, действует якобы помимо сил тяжести и реакции опоры и «скатывающая сила», что на гирю, вращающуюся на верёвке в вертикальной плоскости, действует якобы помимо сил тяжести и упругости и центростремительная сила. В представлениях такого рода явно проглядывает понимание силы как чего-то существующего самостоятельно, помимо тел.)
7. Непонимание того, зачем вводится та или иная величина, в чём состоит способ введения и обоснования величин, что значит ввести величину. (Например, суворовцы подчас затрудняются сказать, зачем потребовалось ввести угловую скорость, момент силы, импульс силы, импульс тела и т.д.)
8. Непонимание различия между формулой, выражающей определение величины, и формулой, выражающей функциональную зависимость одной величины от ряда других. (Например, суворовцы не всегда понимают, что формула напряжённости электрического поля *Е = F/q* введена как определение напряжённости и не может быть истолкована как зависимость *Е* от *F* и *q,* а формула *Е = k·q/r2*выражает зависимость напряжённости от заряда, поле которого рассматривается, и от положения точки в поле.) Конечно, различие формул, определений и законов не является жёстким, оно относительно. Какаяформула берётся за исходное определение − зависит от выбранной логики изложения; к тому же определение, например *Е*,опирается на закономерную пропорциональность между *F* и *q.* Но в рамках принятой в учебнике логики о таком относительном различии указанных формул говорить можно и следует.

В чём причина этих недостатков в знаниях учащихся? Обучение можно рассматривать как своего рода процесс общения учителя и ученика. Совершенно естественно, что это общение может быть успешным лишь тогда, когда суворовец понимает язык, на котором ведёт объяснение учитель. Перед преподавателями гуманитарных предметов, как правило, не стоит вопрос, − понимают ли учащиеся язык учителя, поскольку гуманитарные науки излагаются на обычном разговорном языке. По-иному обстоит дело с преподаванием физики. Физическое описание окружающего нас мира (даже на уровне школьной физики) отличается тем, что в нём помимо привычного языка используется специфический язык физических величин. Поскольку физические величины связываются в формулы, а эти формулы преобразуются в соответствии с правилами и требованиями математики, то для понимания языка физики, конечно, необходимо знание математики. Но дело не только в этом. Одного знания математики недостаточно для понимания языка физических величин. Главное состоит в том, чтобы ученики понимали, что кроется за физическими величинами и соотношениями между ними в той реальной действительности, которую они описывают, каково соотношение между физическими величинами и физической реальностью. Речь идёт о том, чтобы термин «масса тела» вызывал у суворовцев ассоциацию инертности тел, чтобы наличие ускорения у тела понималось как изменение быстроты движения, чтобы под словами «телу передано количество теплоты» ученики понимали изменение внутренней энергии путем теплообмена, чтобы преобразование механической энергии во внутреннюю понималось как превращение механического движения макротел в тепловую форму движения микрочастиц и т.д. Раскрыть физический смысл величины − значит показать, какие свойства объектов или какие стороны явлений эта величина характеризует.Делая это систематически, мы исподволь формируем в сознании школьников важную мировоззренческую мысль: в окружающем нас мире независимо от нас существуют физические объекты и происходящие с ними изменения − физические явления, физические величины − это способ физического описания действительности, и за каждой величиной кроется определённое свойство, явление природы.

Поэтому учащихся (особенно в начальный период изучения физики) надо специально учить физическому языку, его роли в описании природы, его особенностям, способам его построения и правилам его употребления.

В VII классе происходит ознакомление суворовцев с основными физическими понятиями, величинами, с физической реальностью: суворовцы не понимают роли и особенностей физического языка и, если они в системе не учат основных физических понятий и величин, вскоре перестают понимать, что говорит о природе преподаватель на непонятном для них языке физических величин (это обычно наблюдается при изучении курса механики, отличающегося обилием новых для учащихся физических величин). За символами ускорения, силы, массы, импульса, энергии и т.д. суворовец перестаёт видеть реальный мир, природу, и в его сознании складываются два мира: привычный и знакомый мир природы и «мир физики», закодированный малопонятными символами и формулами, мир, в котором движутся не автомобили, не самолеты, а какие-то материальные точки, а на точки действуют не тела, а силы, и у них меняется не движение, а импульсы, возникают какие-то ускорения и т.д. Суворовец усваивает названия символов, связывающие их формулы, но он не ощущает, что за этими символами кроется в самой природе, как этот язык величин перевести на обычный разговорный язык, повествующий о природе. Возникает то, что принято называть формализмом в знаниях.

Дело усугубляется ещё и тем, что математическая подготовка суворовцев в некотором отношении препятствует пониманию языка физических величин. На уроках математики школьника учили тому, что формулу вида *у = k·х* надо считать как прямо пропорциональную зависимость *у* от *х*. На уроках физики его учат тому, что формулу *F = m·а* нельзя читать как пропорциональность величины *F* величине *а*, а ту же самую, но преобразованную формулу *а = F/m* надо понимать как пропорциональность. Формулу *F = k·х* можно читать как зависимость величин, хотя она по форме ничем не отличается от формулы *F = m·а*.

На уроки физики суворовец приходит с выработанной на уроках математики привычкой не думать о том, что кроется за математическими символами, и обнаруживает, что в физике − иной подход к символам и формулам. Однако чёткого, открытого разъяснения того, в чем различие в оперировании формулами в физике и в математике, на уроках физики не даётся, и ученик не очень понимает, чего от него хочет преподаватель физики.

Таким образом, введение каждой величины следует начинать с повторения того, что такое физическая величина вообще и что значит определить, ввести физическую величину, и при этом введение всех величин следует осуществлять по единому плану. Непосредственное раскрытие физической величины начинается с рассмотрения определенного свойства объектов или стороны явления, и сам факт установления нового свойства или явления служит мотивом введения физической величины, поскольку учащиеся должны быть приучены к мысли: в физике каждое свойство или явление оценивается количественно за счет введения такой величины, которая явилась бы мерой этого свойства или стороны явления. Далее ставится задача найти такую величину, которую можно было бы принять в качестве меры только что установленного свойства или явления. Тем самым сразу же акцент делается на качественную сторону физической величины, т.е. на её физический смысл. Суворовцам разъясняется, зачем, почему вводится та или иная величина, подчеркивается, что относится к физической реальности, а что к способу её описания. Наличие же единого, общего плана рассуждений облегчает усвоение, вооружает учащихся своего рода алгоритмом рассуждений, который они могут использовать как план описания любой величины. Естественно, что физические величины, используемые в физике, крайне разнообразны по своему характеру, по своему смыслу, по той роли, которую они выполняют в физическом описании. Поэтому нельзя ожидать, что абсолютно все величины могут быть раскрыты единообразно. Введение каждой величины имеет свою специфику, поэтому рассмотренная выше общая логика рассуждений, будучи применимой при раскрытии подавляющего большинства величин, изучаемых в школьном курсе, в каждом отдельном случае может несколько варьироваться. Есть, например, величины, являющиеся в каждом разделе физики первичными, исходными. Естественно, что их определение не может быть дано логически безупречным образом, ибо, вводя исходную величину, мы не имеем других величин, через которые её можно бы строго определить. Такими величинами являются, например, расстояние и промежуток времени в кинематике, сила или масса в динамике. При их введении неизбежно приходится поступиться строгостью и убедительностью. Анализ учебной и методической литературы позволяет считать, что, выиграв в логичности введения понятия массы как вторичного понятия, мы столько же потеряем и логичности введения понятия силы (и наоборот). Исходные понятия усваиваются не столько за счет исчерпывающе полного и строгого первоначального определения, сколько за счет их последующего использования и применения. Столь же специфично и введение универсальных физических констант − постоянной Планка *h,* скорости света *с,* универсальной газовой постоянной *R.*

Однако при изучении большинства величин можно и следует придерживаться общей логики рассуждений. В качестве примера рассмотрим, как может быть осуществлена указанная логика рассуждений при введении понятия массы в IХ классе, если в качестве первичного понятия динамики введено понятие силы.

Введению понятия массы предшествует рассмотрение инертности как общего свойства всех тел. Первоначально определяется явление инерции, состоящее в сохранении скорости неизменной (по модулю и направлению) при отсутствии или компенсации действий на данное тело со стороны других тел. Далее возникает вопрос: в чем проявляется инертность, когда скорость тела меняется? Опыт с машиной Атвуда показывает, что разные системы грузов под действием одного и того же перегрузка приобретают разные ускорения. Свойство тел, проявляющееся в том, что при действии на разные тела одной и той же силы они приобретают разные ускорения, называется инертностью. Из двух тел более инертно то, которое медленнее меняет свою скорость, т.е. приобретает меньшее ускорение при действии на тела одинаковой силы.

Всякое свойство в физике принято оценивать численно, вводя для этого характеристику, меру этого свойства − особую физическую величину. Свойство инертности также должно характеризоваться особой величиной, являющейся мерой инертности. Итак, задача состоит в том, чтобы найти меру инертности (с самого начала введения понятия массы учащиеся понимают, ради чего будут проводиться последующие рассуждения, что надо найти). Ввести физическую величину − значит, прежде всего, установить, что в явлениях природы она характеризует. Это уже фактически сделано − вводимая и пока еще неизвестная величина должна характеризовать свойство инертности тел. Далее надо установить, с какими ранее введенными величинами должна быть связана новая величина. Очевидно, что мера инертности должна быть связана с ускорением и с силой, действующей на тело, т.к. об инертности можно судить по ускорениям, которые тела приобретают при действии одинаковой силы.

Затем говорится о единицах измерения массы − об эталоне массы. Способы измерения массы даются позже. Такова же логика введения и многих других величин. Во всяком случае, по такому же плану вводятся такие величины, как напряженность и потенциал электрического поля, емкость, индуктивность, сопротивление проводников, индукция магнитного поля, показатель преломления вещества и некоторые другие. Логика введения всех этих величин сводится к следующему:

1. Устанавливают новое для суворовцев свойство тел (или полей) или новую сторону явления. Это является мотивировкой необходимости поисков такой величины, которая могла бы характеризовать данное свойство или явление. При этом устанавливается, что обнаруженное свойство у разных тел проявляется в разной мере, и выясняется, по какому признаку можно судить о степени проявления этого свойства.
2. Устанавливают, с какими уже введёнными ранее величинами должна быть связана искомая характеристика рассматриваемого свойства.
3. Находят такое отношение указанных величин, которое постоянно для данного тела (точки поля), но различно для разных тел (точек поля). Это даёт основание считать, что найденное отношение является характеристикой каких-то свойств объекта.
4. Устанавливают, что данное отношение является характеристикой именно рассматриваемого свойства, и дают окончательное определение физической величины.
5. Устанавливают единицы измерения и способ измерения величины.

Последовательное применение этой логики введения понятий не только облегчает их усвоение, поскольку ученики постепенно овладевают своего рода алгоритмом введения физических величин вообще, но и исключает возможность истолкования формул-определений как зависимостей определяемой величины от тех величин, через которые она определяется. Отсюда следует, что истолкование формул в физике отличается от их истолкования в математике. Математическая формула содержит величины, каждая из которых может выражать самые разнообразные стороны действительности. Пока мы не договорились, что понимать под тем или иным символом, целый ряд формул можно читать как зависимость между этими абстрактными величинами. Содержание же физической формулы всегда более узкое, оно конкретно, так как каждый символ в ней выражает вполне определенное свойство или явление. Комбинация символов в формуле выражает связь величин между собой, т.е. связь явлений или свойств, которые стоят за этими величинами. Однако не всякой формально-математической связи физических величин соответствует реально существующая причинно-следственная зависимость в явлениях природы, стоящих за физической формулой, т.к. не всякая связь явлений является причинно-следственной.

Рассмотренная выше методика обоснования физических величин составляет первый этап формирования понятия о данной физической величине − этап непосредственного введения. В ходе последующего изучения курса физики осуществляются другие этапы: этапы конкретизации понятия, расширения и обогащения содержания понятия, этап обобщения. Естественно, что и на всех последующих этапах следует приучать учащихся видеть за физическими величинами явления природы, добиваясь, например, того, чтобы за словами «энергия передается» ученики понимали передачу движения, чтобы возрастание массы рассматривалось как увеличение инертности тела, чтобы слова «ускорение тела» вызывали ассоциацию изменения быстроты движения и т.д. Обучая, таким образом, учащихся языку физических величин, можно создать у них чёткое представление о том, что относится к миру природы, а что к способу её отражения в нашем сознании, к способу его научного описания. Не научив школьников понимать язык науки, нельзя научить их читать книгу природы.

Преподаватель отдельной дисциплины

(физика, химия, биология) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Самойлова А.С.