

Е. В. Яковлева, О. Р. Галеев

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МЕТОДОВ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Ключевые слова: логические методы, методы научного познания в физике.

В статье рассматриваются некоторые аспекты использования логических методов и методов научного познания в процессе обучения физике в вузе. На конкретном предметном материале показываются возможности использования методов научного познания при изучении темы «магнитное поле».

Keywords: logical methods, methods of scientific research in teaching physics.

Some aspects of using logical methods and methods of scientific research in teaching physics in higher school are described. Possibilities of using methods of scientific research in learning the subject "magnetic field" are shown on the right subject material.

В настоящее время главной целью образования является передача подрастающему поколению способов мышления, которые позволят им продолжать процесс познания окружающего мира, сохраняя и преумножая важнейшие достижения человечества. Это верно для всех учебных дисциплин, в том числе и для физики, которая сыграла особенную роль в становлении общенаучного метода познания. Любой человек в процессе познания даже на уровне здравого смысла выдвигает и проверяет гипотезы, стремится понять и предсказать те или иные события, объяснить явления природы. Научить физике – значит сформировать у обучающегося физический способ мышления, связанный с получением, обработкой и применением информации в контексте своей профессиональной деятельности, соответствующей научному методу познания. Особое значение физика имеет для инженерного образования. Характерной особенностью, как справедливо подчеркивает В.В. Кондратьев, в инженерной деятельности является сочетание «естественной» и «искусственной» ориентации, заставляющих инженера опираться и на науку, из которой он пополняет свои знания об естественных процессах, и на существующую технику, где он берет знания о материалах, конструкциях, их технических свойствах и способах изготовления [1]. Важнейшим требованием к выпускнику современного вуза является обеспечение его высокого уровня методологической культуры, творческое владение методами познания и деятельности. При этом необходим синтез естественнонаучного и гуманитарного знания обеспечивающих переход к эффективной профессиональной деятельности за счет расширения научного базиса социально-профессиональной деятельности, за счет ее методологизации, генерализации и различных видов моделирования [2].

По общему признанию процесс познания индивида характеризуется обобщенным и опосредованным отражением действительности. В результате системы логических операций – сравнения, анализа, синтеза, классификации, обобщения данных наблюдений и экспериментов происходит накопление и систематизация научно установленных фактов. Однако, эмпирический уровень познания не позволяет

глубоко изучить предмет исследования и понять сущность наблюдаемого. Поэтому на практике необходимо уметь использовать логические приемы в сложной взаимосвязи с логическими методами – индукцией, дедукцией, аналогией и другими операциями. Так, на основе гипотезы с помощью математического моделирования и дедукции ученый может вывести новые следствия.

Следует отметить, что сам механизм мышления носит индивидуальный характер, который преломляется через предметную область познания и формируется на основе внутрипредметных обобщений с ориентацией на предметную специфику каждой науки. Итак, мышление едино, но в зависимости от того на каком предметном материале оно реализуется, оно может быть математическим, физическим, химическим и др.

Принимая во внимание, что мышление на языке моделей должно формироваться на протяжении всего обучения студента в вузе, всеми учебными курсами, мы считаем, что физика в этом отношении имеет большие возможности.

Для того чтобы обучающиеся успешно могли освоить научный метод познания физику надо изучать теоретически, выделяя в физическом материале эмпирическое основание (факты), гипотезы, постулаты и следствия. Решение этой задачи требует использования понятий теоретического уровня, которые не имеют непосредственных аналогов в реальных предметах исследования и образуются за счет внедрения в процесс обучения методов идеализации и моделирования. Эти понятия связаны с реальными фактами опосредованно, через логику построения теории и теоретических знаний.

Отличительной особенностью научного метода является интеграция экспериментального и теоретического метода познания, каждый из которых не является однородным, а состоит из множества отдельных методов. Например, теоретические методы в физике включают:

- общие теоретические методы (идеализацию, моделирование, статистический и динамический методы);

- частные теоретические методы (координатный метод, метод векторных диаграмм, круговых процессов, правила Кирхгофа).

К сожалению, иногда процесс обучения применению теоретического метода сводится к подбору формул, связывающих известные физические величины с искомой. В действительности, общенаучный метод реализуется на определенном предметном материале через конкретные методы. В тоже время частный опыт включает отдельные операции, свойственные экспериментальному методу познания и поэтому, изучая частное, можно осваивать целое.

Для успешного освоения обучающимися физических методов, преподавателю в его профессиональной деятельности необходимо при изложении нового учебного материала и при объяснении метода решения задач не совершать логических скачков, а аргументированно обосновывать каждую интеллектуальную операцию и действие необходимые для анализа физической информации. Физическая информация должна приводиться в определенной логической последовательности в соответствии с логикой развития самой науки (от наблюдений явлений, их экспериментального исследования и количественного описания, до создания идеализированных моделей, выдвижения гипотез, моделирования процессов и их экспериментальной проверки). При этом какие-то логические действия и операции обучающиеся могут выполнять самостоятельно без подсказки со стороны преподавателя, но в некоторых испытывают затруднения, а о каких-то вообще не имеют представления.

Как показали наши исследования, важно, чтобы преподавание любой дисциплины в вузе осуществлялось в соответствии с законами логики и теми познавательными процедурами, которые исторически сложились. Кроме того, с целью установления причинно-следственных связей между явлениями и более глубокого понимания их сущности необходимо излагать новые знания, широко привлекая к объяснениям уже известный студентам материал и их жизненный опыт [3].

Поэтому преподаватель без изучения исходного уровня сформированности логических умений у студентов не может заранее спланировать успешность усвоения ими новой информации. Например, для исследования уровня сформированности у студентов логических приемов, методов и операций, связей между понятиями можно рекомендовать следующие психологические методики: «Оценка умения обобщать понятия», «Оценка умения определять понятия и выявлять логические ошибки», «Логичность дедуктивных умозаключений», «Логичность индуктивных умозаключений», «Оценка умения устанавливать причинные связи», «Образование сложных аналогий» и др.[4]. Одной из них является методика «Исключенного третьего», в ходе которой испытуемым рекомендуется исключить лишнее физическое понятие из предложенного ряда: электрический заряд, сила тока, электрический ток, удельное сопротивление, электродвижущая сила, напряжение. Практика показывает, что около 50% испытуемых испытывают определенные за-

труднения при исключении понятия «электрический ток» не являющегося физической величиной. Полученные данные свидетельствуют о необходимости осуществления корректирующих воздействий при изложении физической теории. Преподаватель должен регулярно пояснять сущность используемых методов научного познания на протяжении всего срока обучения.

Из множества существующих и используемых в настоящее время методов научного познания формированию мышления в большей степени, по нашему мнению, способствуют: научное наблюдение, научный эксперимент, метод моделирования, аналогия и мысленный эксперимент. Рассмотрим возможность использования некоторых методов научного познания при изучении темы «Магнитное поле».

Так, научное наблюдение в основном связано с умениями студентов пользоваться электроизмерительными приборами: миллиамперметром, вольтметром, омметром. Следует разъяснить, что научное наблюдение отличается от обыденного (жизненного) наблюдения своей целенаправленностью, организованностью и планомерностью. Необходимо ознакомить со структурой научного наблюдения: 1) определение цели наблюдения; 2) выбор объекта наблюдения; 3) исследование условий для наблюдения; 4) составление плана наблюдения; 5) выбор способа кодирования информации получаемой в ходе наблюдения; 6) осуществление самого наблюдения, сопровождаемого кодированием получаемой информации; 7) анализ полученных данных; 8) формулировка выводов. Заметим, что обычное наблюдение дает информацию лишь о качественных особенностях объекта и его свойствах, а измерение дает информацию о количественных характеристиках объекта. Наблюдение неразрывно связано с экспериментом, в ходе которого объект исследования ставится в специально созданные и контролируемые условия.

Эксперимент должен сопоставить изучаемое явление с таким физическим явлением, закономерности которого уже изучены. Так, например, в лабораторной работе «Знакомство с электроизмерительными приборами» по изучению принципа работы электроизмерительных приборов на основе электромагнитных явлений применяются приборы разных систем:

- *магнитоэлектрической*, в этих приборах рамка с измеряемым током находится в однородном магнитном поле и по закону Ампера, о действии магнитного поля на проводник с током, угол поворота рамки с током будет пропорционален силе тока;

- *электродинамической*, магнитное поле в приборах создается двумя катушками, из которых одна подвижная, а другая неподвижная, между которыми помещается рамка с измеряемым током, а угол отклонения стрелки пропорционален произведению сил токов в катушках;

- *индукционной*, устройство приборов основано на взаимодействии токов, индуцируемых в подвижной части прибора, с магнитными потоками неподвижных электромагнитов;

- *электромагнитной*, принцип действия приборов данной системы основан на взаимодействии магнитного поля неподвижной катушки, по которой протекает измеряемый ток, с подвижным железным сердечником, помещенным в это поле. К сердечнику прикреплена пружина со стрелкой. Магнитное поле катушки намагничивает сердечник и втягивает его, поворачивая ось со стрелкой. Создаваемый при этом вращающий момент пропорционален квадрату силы тока.

Следует отметить, что во всех рассмотренных типах приборов движение механической части подчиняется законам механики, а выявляет оно закономерности электромагнитных явлений.

Хотя цели эксперимента, как метода физического познания, отличаются от практических задач в производственной деятельности, все же и там необходимо умение вести наблюдение, обобщать и анализировать поступающую информацию с контрольно-измерительных приборов и быстродействующих автоматических устройств.

Метод моделирования используется во всех разделах физического знания и на всех этапах развития физической теории. Под научным моделированием понимается такой способ познания, при котором с помощью созданной системы воспроизводят другую, более сложную систему, являющуюся объектом исследования. Причем существует два типа моделей: вещественные (материальные) и теоретические (мысленные). К вещественным моделям можно отнести: 1) модели, отражающие пространственные особенности объекта (например, макеты, показывающие картину силовых линий магнитной индукции магнитного поля); 2) модели, имеющие физическое сходство с оригиналом (например, модель двигателя внутреннего сгорания, модель плоского конденсатора, модель электромагнитного реле). Среди мысленных моделей можно выделить образные модели (рисунки, чертежи) и знаковые (например, формула для силы Ампера).

Различные модели позволяют спроектировать и осуществить процесс обучения не просто тому или иному предмету или дисциплине, они помогают перейти обучающемуся от усвоения готовых знаний в процессе учебных занятий к самообразовательной деятельности с учетом его особенностей и возможностей, дают возможность развивать свою индивидуальность, развивать умения добывать и обновлять свои знания путем самообразования [5].

С помощью моделирования удастся получить такие знания, к которым иногда невозможно прийти путем непосредственного изучения объекта. Так, изучение уравнений Максвелла для электромагнитного поля в дифференциальной и интегральной форме позволило описать различные эффекты электродинамики сплошных сред, связанные с движением электрических зарядов и свойствами среды. А представление о силовых линиях электрического поля, эквипотенциальных поверхностях и о силовых линиях индукции магнитного поля также является модельным. Несмотря на то, что они реально не существуют в пространстве, их введение помогает изучать свойства электромагнитного поля и элек-

тромагнитных волн, рассчитывать напряженность электрического и магнитного поля.

С методом моделирования тесно связаны такие методы научного познания как аналогия, идеализация и мысленный эксперимент.

В ходе аналогии на основе установления сходства некоторых уже исследованных существенных признаков двух или более предметов, явлений действительности делается предположение о сходстве и других признаков этих явлений или объектов. Так, например, М.Фарадей на основе аналогии между электрическими, магнитными и оптическими явлениями предсказал наличие у кристаллов анизотропии электрических и магнитных свойств, основываясь на существовании оптической анизотропии.

Следует отметить, что по аналогии с формулами для электрического поля могут быть рассмотрены некоторые формулы магнитного поля. Например, магнитная индукция определяется как силовая характеристика магнитного поля, равная величине силы Ампера, с которой магнитное поле действует на элемент проводника стоком, аналогично напряженность электрического поля, определяется силой электрического поля, действующей на заряд. Кроме того, силу взаимодействия между точечными электрическими зарядами можно рассматривать по аналогии с силой тяготения.

Однако, аналогия как метод научного познания позволяет получать лишь достоверные суждения, а не истинные и поэтому использовать его нужно осторожно, чтобы избежать ошибок. Все же в процессе преподавания метод аналогий играет важную роль, развивает мышление и интуицию обучающихся, на конкретном материале раскрывает единство электромагнитной природы электромагнитных излучений. Так, у всех видов электромагнитных излучений есть общие свойства: 1) они являются поперечными; 2) проявляют волновую природу в явлениях интерференции, дифракции и поляризации; 3) возникают в процессе ускоренного движения заряженных частиц. В то же время существует главное различие между длинноволновыми и коротковолновыми электромагнитными излучениями – с уменьшением длины волны возрастает проявление корпускулярных свойств излучений.

Вообще, следует отметить, что аналогия позволяет переносить информацию с одного изучаемого явления на другое. Поэтому первоначальное явление можно рассматривать как модель, а явление, на которое переносится информация, полученная в ходе изучения модели, является оригиналом.

Широкое использование метода идеализации и мысленного моделирования в современной физике связано с ограниченностью области наглядных явлений природы. В качестве основных особенностей мысленного эксперимента В.С.Библер выделил следующие положения: 1) предмет познания мысленно перемещается в такие условия, в которых его сущность может раскрыться с особой определенностью; 2) этот предмет становится объектом последующих мысленных трансформаций; 3) в этом же эксперименте мысленно формируется та среда, та система связей, в которую помещается данный

предмет [6]. Мы солидарны с точкой зрения В.В.Давыдова, что эти особенности мысленного эксперимента, сформулированные В.С.Библером, составляют базу теоретического мышления, оперирующего понятиями.

Использование в процессе обучения физике мысленного эксперимента позволяет осуществлять не только переход от эмпирически полученных законов к их строгой формулировке на языке математики, но и разрабатывать научные теории. Так, применение к опытам Х.Эрстеда (1820г.) и М.Фарадея (1831г.) мысленного эксперимента позволило Дж. Максвеллу (1864г.) теоретически предсказать существование электромагнитных волн и сформулировать уравнения для описания электромагнитного поля. Для объяснения этого можно рассмотреть с обучающимися замкнутую электрическую цепь без источника тока или виток проволоки, вблизи которого существует магнитное поле. При изменении магнитного поля, изменяется магнитный поток, проходящий через виток, что приводит к возникновению тока в электрической цепи. М.Фарадей установил: электрический ток может возникать в витке не только при движении проводника в магнитном поле, но и при любых изменениях магнитного потока в контуре. Дж. Максвелл мысленно представил себе виток небольших размеров, постепенно стягивая его к очень малому витку, заключающему в себе лишь часть пространства. В предельном случае виток стягивается к точке пространства и этим исключается влияние самой формы витка. В результате стало возможным формулировка законов, связывающих изменение вектора магнитной индукции магнитного поля и вектора напряженности электрического поля.

Таким образом, использование логических методов и методов научного познания в процессе обучения физике способствует научности изложения материала, формированию у обучающихся навыков логического мышления, позволяет рассматривать созданные теории имеющие общий характер, что позволяет отображать систему изучаемых явлений в их взаимосвязи и шире применять математические методы исследования в процессе обучения. В силу этого логические методы и методы научного познания, усвоенные при изучении физики, в дальнейшем могут успешно применяться при изучении других учебных дисциплин, а предметом специального усвоения должны стать лишь те методы, с которыми студенты будут встречаться впервые или которые им по каким-то причинам недостаточно усвоены.

Литература

1. А.А. Кирсанов, В.В. Кондратьев, *Вестник Казанского технологического университета*, 12, 18-21 (2010).
2. Г.С. Дьяконов, В.Г. Иванов, В.В. Кондратьев, *Вестник Казанского технологического университета*, 12, 13-17 (2010).
3. Е.В. Яковлева, *Вестник Казанского технологического университета*, 4, 338-342 (2009).
4. Е.В. Яковлева, *Формирование логической культуры студентов высших учебных заведений*. Нижнекамский муниципальный институт, Нижнекамск, 2011, С.175-199.
5. Е.В. Яковлева, Т.Г. Макусева, *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2, 4(42), 134-138 (2012).
6. В.С. Библер, *Творческое мышление как предмет логики: проблемы и перспективы*. Научное творчество, Москва, 1969, С. 200.