

УДК 37.022 + 53

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В СТРУКТУРЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ КУРСА ФИЗИКИ

Половникова Л.Б.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»

Тобольский индустриальный институт (филиал), Тобольск, e-mail: ludmila-polov@mail.ru

Система научных знаний и система методов познания образуют диалектическое единство – метод не может существовать без системы знаний, при этом метод формирует систему знаний. А результаты познания используются как средства познания, то есть теория переходит в метод. Эта взаимосвязь методов познавательной деятельности с системой научного знания служит формированию у студентов системных знаний физических теорий. В статье показана роль методов познания в структуре методической системы преемственности курса физики, в которой преемственность выступает основным системообразующим фактором. Цель методической системы – подготовить студентов первого курса к содержательному изучению физики в вузе. В работе представлены результаты психолого-педагогического исследования по проверке влияния разработанной методики организации и проведения системы занятий на основе взаимосвязи системы знаний и методов познания на развитие индивидуальных особенностей студентов. *Экспериментальное исследование* убедительно подтверждает высказанное в работе предположение об эффективности целенаправленной работы по осуществлению преемственных связей в условиях личностно-ориентированного обучения.

Ключевые слова: преемственность обучения, методы познания, технология студентоцентрированного обучения

METHODS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN THE STRUCTURE OF METHODOLOGICAL SYSTEM OF CONTINUITY OF THE COURSE OF PHYSICS

Polovnikova L.B.

Tyumen State Oil and Gas University, Branch, Tobolsk, e-mail: ludmila-polov@mail.ru

The system of scientific knowledge and methods of knowledge form a dialectical unity—a method cannot exist without a system of knowledge, this method generates the system of knowledge. And the results of cognition are used as a means of cognition, i.e., a theory turns into a method. This relationship of methods of cognitive activity with the system of scientific knowledge serves to form students' systematic knowledge of physical theories. The article shows the role of methods of knowledge in the structure of methodical system of continuity of the course of Physics in which continuity is the main system-forming factor. The purpose of the methodical system is to prepare first year students for the conceptual study of Physics at the University. The paper presents the results of psychological-pedagogical research aimed at checking the influence of developed techniques of organizing and conducting practical classes based on interrelation of a system of knowledge and methods of cognition on the development of individual peculiarities of students. The experimental study convincingly confirms the assumption expressed in the work about the effectiveness of purposeful work in the course of implementation of successor relationships in student-centered learning.

Keywords: the continuity of learning, knowledge methods, technology of student-centered learning

Национальная доктрина образования на период до 2025 года отражает новые условия функционирования образования и определяет его цели и задачи, среди которых: непрерывность образования в течение всей жизни человека; преемственность уровней и ступеней образования.

В новых условиях при подготовке в техническом вузе высококвалифицированных специалистов и высокообразованных людей, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности, возрастает роль физического образования.

Построение процесса обучения физике в соответствии с природой научных знаний, закономерностями формирования теоретических обобщений в учебной деятельности и отражение в процессе обучения системно-структурных свойств изучаемых физических теорий способствуют формированию системных знаний физических теорий в диалекти-

ческом единстве методов научного познания (эмпирических, теоретических и общелогических); формированию знаний содержательной структуры физических теорий; знаний учебно-познавательных действий и способов осуществления деятельности – познавательных операций – в целях понимания сущностного содержания физических теорий; формированию знаний о современной физической картине мира; формированию естественнонаучного мировоззрения и воспитанию научного мышления.

Такие задачи эффективно реализуются в рамках методической системы преемственности курса физики. Предлагаемая методическая система рассматривается нами на примере вводного раздела «Механика» и включает взаимосвязанные структурные компоненты: содержание учебного материала, систематизированное на основе физической теории; методы познания,

отражающие взаимосвязь эмпирического и теоретического; средства и формы организации обучения (рисунок) и в условиях технического вуза. Преемственность выступает основным системообразующим фактором. Цель методической системы преемственности – подготовить студентов первого курса к содержательному изучению физики в вузе [3, с. 19].

Усвоение учебного материала осуществляется в единстве содержания системы научных знаний и системы методов познания [2, 5]. В соответствии с двумя способами научного познания – эмпирическим и теоретическим – в систему методов познания входят две диалектически связанные подсистемы: эмпирический и теоретический методы.

Общелогические методы познания (анализ и синтез, абстрагирование, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, обобщение) входят в качестве элементов в каждую из двух подсистем.

К эмпирическим методам познания относятся: *экспериментальный метод, наблюдение, измерение, описание. Общелогические методы* на эмпирическом этапе познания призваны формировать эмпирические факты (факты науки). Логическим завершением этого этапа познания являются индуктивно выявленные эмпирические закономерности. К эмпирическим законам относятся, например, закон действия и противодействия, существующий в двух эмпирических утверждениях: ускорения двух взаимодействующих тел противоположно направлены и лежат на одной прямой и отношение модулей ускорения материальных точек является постоянной величиной, не зависящей ни от скорости, ни от ускорения, ни от каких-либо других динамических переменных.

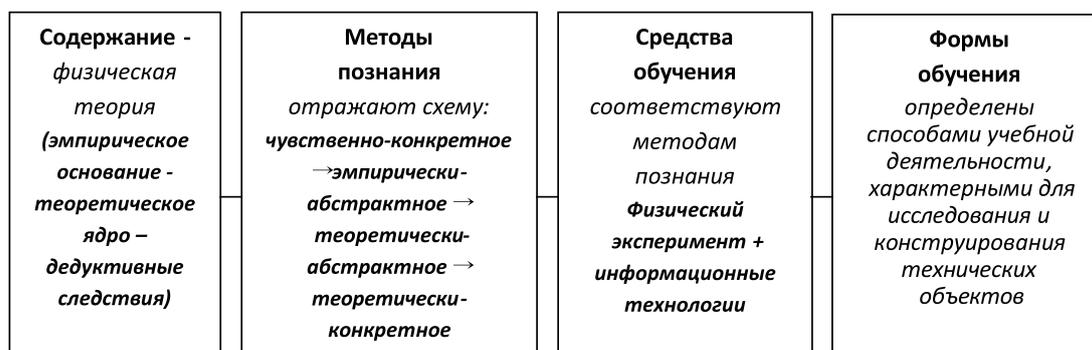
Рассмотрим пример индуктивного вывода второго закона Ньютона. Закон отвечает на вопрос: каковы причины изменения скорости тела в инерциальной системе отсчета (ИСО), либо при каких условиях материальная точка будет двигаться с ускорением? Первый эмпирический факт – факт, полученный из обобщения экспериментов – заключается в том, что тело в ИСО приобретает ускорение, если на это тело действует другое тело. Следующий эмпирический факт, лежащий в основании второго закона Ньютона: вектор ускорения материальной точки сонаправлен с вектором силы: $\vec{a}_1 \uparrow \downarrow \vec{a}_2$. Третий эмпирический факт: модуль ускорения пропорционален модулю силы $|\mathbf{a}| \sim |\mathbf{F}|$. Следующий эмпирический факт: количественно ускорение, приобретаемое телом под действием силы, зависит не только от величины силы, но и от собственного инертного свойства самого тела. Инертные свойства проявляются в приобретении конкретного ускорения под действием данной силы: чем больше масса тела, тем меньше модуль ускорения, приобретаемого под действием данной силы: $|\mathbf{a}| \sim \frac{1}{m}$.

Итак, на основе полученных фактов, можно сформулировать второй закон Ньютона, записав совместно те обобщения, которые приведены выше: в инерциальной системе отсчета причиной ускорения тела является сила, причем ускорение пропорционально силе и обратно пропорционально инертной массе тела – $a = \frac{F}{m}$.

Общелогические методы на эмпирическом этапе познания выражены в качестве *анализа и синтеза эмпирических фактов; в оценочном эмпирическом абстрагировании*

Преемственность – фактор построения учебного процесса

Цель: подготовка студентов к изучению физики в техническом вузе



Структура методической системы преемственности курса физики

от несущественных свойств и отношений в изучаемом явлении с выделением существенных свойств; в *индуктивном обобщении* с целью установления эмпирических закономерностей; в *дедуктивном* выводе частных эмпирических утверждений из общих эмпирических суждений (здесь дедукция дополняет индукцию); в эмпирическом *моделировании* (примерами являются эмпирически несжимаемая жидкость, эмпирическое упругое тело и др.); в *классификации и систематизации* внешних свойств, признаков и отношений в наблюдаемых объектах; в использовании метода *аналогий* при описании результатов эксперимента.

Методы эмпирического познания, *наблюдение и эксперимент*, знакомы учащимся из школьного курса физики. *Метод наблюдения* ставит перед собой цель изучения и описания общей качественной картины явлений изучаемого фрагмента действительности. Наблюдение – это рассмотрение явления в его естественном состоянии. При этом следует обратить внимание на то, констатируемые органами чувств отдельные и разнородные наблюдения могут оказаться не реальностью, а обманчивой видимостью. Например, имевший место в истории физики «закон» Аристотеля: тяжелые тела падают быстрее, чем легкие, пропорционально весу тела. Из этого следует, что необходимо проделать большое количество перепроверок и контроля с целью получения достоверного эмпирического результата. Таким образом, *метод наблюдения* обеспечивает обнаружение внешних повторяющихся свойств и закономерностей на уровне явления.

В *эксперименте* создаются специальные условия, ставится цель и при этом получают более объективное экспериментальное доказательство или, наоборот, опровержение той или иной гипотезы. То есть в ходе эксперимента фрагмент действительности дает соответствующий ответ реакцией на вопросы экспериментатора. В ходе эксперимента не всегда производятся измерения, поэтому выделяют *метод измерения*. *Метод измерений* обеспечивает переход от наблюдений к количественному *описанию* экспериментальных данных и данных наблюдений и далее, методом индуктивного обобщения, к математическим абстракциям, выраженным эмпирическими уравнениями (законами). Частные экспериментальные методы проводятся на основе соответствующего содержания физической теории. Например, маятник Обербека построен так, чтобы наиболее наглядно продемонстрировать динамику вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси;

измерение ускорения свободного падения методом обратного маятника основано на особенностях колебательного движения физического маятника и понятия центра масс.

Эмпирические методы познания обеспечивают обнаружение во фрагменте действительности устойчивых эмпирических закономерностей как высшей формы эмпирического познания [1, с. 31].

Однако, как следует из психологии, эмпирическое обобщение способствует развитию лишь формально-логического, конкретно-образного мышления. Для развития научного, диалектического по своей сути, мышления необходимо знакомить обучающихся с применяемыми в физике теоретическими методами познания, среди которых: абстрагирование, идеализация, моделирование, мысленное экспериментирование, метод аналогий, дедукция и др.

Метод моделирования объектов и отношений объектов на теоретическом уровне познания содержательно отличается от метода моделирования на эмпирическом уровне, где моделирование является логической операцией, упрощающей эмпирическое описание. Теоретические модели отображают сущностные, эмпирически ненаблюдаемые свойства объектов реальной физической системы.

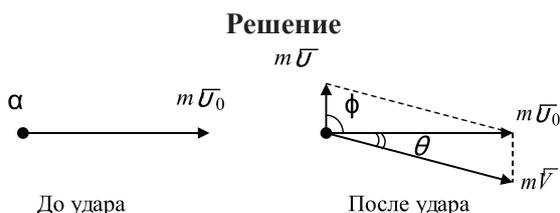
С моделированием связан характерный для теоретического познания действительности *метод мысленного эксперимента*. Он представляет собой анализ ситуации, которую невозможно осуществить реально, а также служит средством наглядности при изложении сложного материала, своеобразным способом доказательства выдвинутых положений еще до выполнения реального эксперимента. Классическими примерами мысленного эксперимента в физике являются: мысленный опыт Галилея – рассуждение о движении тела по наклонной плоскости и по горизонтальной поверхности, а также мысленный эксперимент голландского ученого Симона Стевина при изучении темы «Законы сохранения», «Закон наклонной плоскости» – условие равновесия сил на наклонной плоскости: «Тело на наклонной плоскости удерживается силой, которая ... по величине во столько раз меньше веса этого тела, во сколько раз длина наклонной плоскости больше ее высоты».

В мысленных экспериментах осуществляется комбинация мысленных образов, отражающих некоторые идеальные внешние условия: идеальных объектов, идеальных связей и отношений. Это позволяет осуществить содержательные обобщения, являющиеся логическим средством формирования теоретических понятий.

Среди теоретических методов познания выделяют *метод математической формализации*, который обеспечивает формализацию свойств, отношений и связей объективного мира с целью построения абстрактных математических моделей (физические формулы, уравнения и т.п.), описывающих существенные свойства объективного мира. Например, искомые величины и конкретные понятия, входящие в условие учебной задачи, формализуются в физические формулы, уравнения.

Рассмотрим в качестве примера решение задачи на применение законов сохранения.

Задача: α – частица, имеющая массу m , летящая со скоростью v_0 , испытывает упругое соударение с неподвижным ядром массы M и летит под углом $\varphi = 90^\circ$ к первоначальному направлению движения. Определить скорость α -частицы v и ядра V после столкновения. Определить также угол между направлением скорости вылетающего ядра и первоначальным направлением движения α -частицы.



Систему α -частица – ядро можно считать замкнутой, поэтому для нее справедливы законы сохранения импульса и энергии (удар упругий). В результате удара импульс и энергия, которыми обладала α -частица, перераспределяются между двумя частицами:

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v} + M\vec{V}; \quad (1)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{MV^2}{2}. \quad (2)$$

Для нахождения неизвестных величин воспользуемся векторным треугольником импульсов, изображенным на рисунке. Из треугольника следует

$$(MV)^2 = (mv)^2 + (m\vec{v}_0)^2. \quad (3)$$

Разделим почленно обе части уравнения (3) на m^2 , а уравнения (2) – на m . Получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \left(\frac{M}{m}\right)^2 V^2 = v^2 + v_0^2; \\ v_0^2 = v^2 + \frac{M}{m} V^2. \end{cases}$$

Из нее определим искомые величины:

$$V = \frac{v_0 m}{M} \sqrt{\frac{2M}{M+m}};$$

$$v = v_0 \sqrt{\frac{M-m}{M+m}}.$$

Из векторного треугольника найдем угол θ :

$$\theta = \text{arctg} \sqrt{\frac{M-m}{2M}}.$$

Следует заметить, что любая частная физическая задача представляет собой дедуктивно выстроенную последовательность рассуждений от фундаментального ядра физической теории к теоретическому следствию. *В обычных текстовых задачах содержательно отражается гипотетико-дедуктивная модель организации знания физической теории.*

Важную роль в научном познании, на эмпирическом и на теоретическом уровнях, играет метод аналогий. При умозаключении по аналогии знание, полученное из рассмотрения какого-либо объекта, переносится на другой, менее изученный (менее наглядный, менее доступный для исследования и т.п.) объект. Понимание значимости метода аналогий в физике и умение им пользоваться важны для развития научного мышления обучающихся, формирования их миропонимания. Например, опираясь на аналогию между механическими и электрическими величинами, можно подчеркнуть общность описания колебательных процессов разной природы, полнее реализовать единый подход к изучению колебаний и волн.

Механика Ньютона описывает динамику изменения состояния физической системы со временем, а потому ее относят к динамическим теориям. Динамика состояния формализуется динамическим уравнением движения, представленным дифференциальным уравнением: $m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = \sum_j \mathbf{F}_j$. Динами-

ческое уравнение (как совокупность второго закона Ньютона и принципа независимости взаимодействий) позволяет по начальному состоянию системы определить конечное состояние. Данный метод называют динамическим методом ньютоновской механики. Его применение позволяет реализовать функции теории: предсказательную, объяснительную, методологическую.

Общелогические методы: метод обобщений; анализ и синтез в их диалектической

взаимосвязи; теоретическое абстрагирование; дедукция и индукция; метод аналогий и т.д. при формировании теоретических знаний обеспечивают выделение существенных свойств, формирование теоретических гипотез, формирование абстрактных понятий и теоретических обобщений, дедукцию следствий и эмпирическую интерпретацию дедуктивных следствий.

Система научных знаний и система методов образуют диалектическое единство – метод не может существовать без системы знаний, при этом метод формирует систему знаний. А результаты познания используются как средства познания, то есть теория переходит в метод. Эта взаимосвязь методов познавательной деятельности с системой научного знания служит формированию у студентов системных знаний физических теорий.

Анализ результатов психолого-педагогического исследования по проверке влияния технологии студентоцентрированного обучения на развитие:

а) способности к саморазвитию и самообразованию;

б) потребности достижения успеха;

в) уровня интеллигентности и по проверке влияния разработанной методики организации и проведения системы занятий на основе взаимосвязи системы знаний и методов познания на развитие индивидуальных особенностей студентов – убедительно подтверждает высказанное в работе предположение об эффективности целенаправленной работы по осуществлению преемственных связей в условиях лично ориентированного обучения.

В эксперименте приняли участие 140 студентов первого курса филиала ТюмГНГУ в г. Тобольске. Проведенное исследование показало, что система индивидуальных заданий методологического, научно-популярного, поискового и исследовательского содержания способствует:

– повышению качества знаний, умений и навыков студентов (умение обобщать и систематизировать содержание учебного материала);

– развитию личностного опыта, способности к самовыражению и саморазвитию; потребности достижения успеха;

– развитию интеллигентности студента (показатели этого качества: гражданственность, нравственность, интеллектуальность, общая культура);

– целостному восприятию компонентов физической и естественнонаучной картины мира.

Таким образом, нами установлено: для реализации целей обучения в вузе, подготовки обучающихся к изучению физических теорий, освоению новых способов познавательных действий на новом этапе обучения физике в вузе, а также с целью поэтапной коррекции предыдущих физических знаний необходима методическая система преемственности курса физики, которая реализуется на основе вводного раздела курса физики. В нем процесс обучения должен быть построен в соответствии с природой научных знаний и закономерностями формирования теоретических обобщений в учебной деятельности.

Методы познания относят к средствам познания. Взаимосвязь методов познания и системы научного знания служит формированию знаний о различии происхождения эмпирических законов, фундаментальных законов физической теории и законов, получаемых в результате дедуктивного вывода из ядра теории; формированию и обогащению знаний познавательных действий, приемов учебно-познавательной деятельности при изучении физической теории.

Список литературы

1. Казаков Р.Х. Методическая система обучения общей физике в педагогическом вузе. – М.: МГОУ, 2003. – 84 с.
2. Каменецкий С.В. Теория и методика обучения физике в школе / С.В. Каменецкий, Н.С. Пурышева. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.
3. Половникова Л.Б. Методическая система преемственности курса физики технического вуза (на примере вводного раздела «Механика»): автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Тюмень, 2009. – 24 с.
4. Потапова М.В. Пропедевтика как дидактическое условие преемственности в системе непрерывного физического образования: дис. ... канд. пед. наук. – Челябинск, 2001. – 234 с.
5. Свитков Л.П. Принцип единства системы и метода в обучении физике // Физика в школе. – 2001. – № 8. – С. 28–32.