

ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

В статье раскрывается механизм возникновения теоретического и экспериментального исследования и показана взаимосвязь теории и эксперимента с практикой в истории развития физического познания.

In article the mechanism of occurrence theoretical and an experimental research is opened. The interrelation of the theory and experiment with practice in a history of development of physical knowledge is shown.

Методологическим проблемам теоретического и эмпирического уровней познания в учебном процессе по физике в последнее десятилетие практически не уделяется серьёзного внимания. Как показывает ряд научно-методических исследований, проведённых в 80-90-ые годы XX ст. (А.И.Бугаёв, Г.М.Голин, А.И.Ляшенко, В.Г.Разумовский, Д.Шодиев и др.), эти проблемы объективно разрешить возможно только на основании **принципа историзма**, т.е. на основании методологической идеи, требующей познания объектов и явлений в их становлении и развитии, в свете не только настоящего, но и прошедшего и будущего. Это проблема малоразработана и относится к приоритетным. Её решение позволяет раскрыть механизм возникновения теоретического и экспериментального и показать взаимосвязь теории и эксперимента с практикой в истории развития физического познания. В статье исследуются теоретические и эмпирические уровни научного познания на разных этапах развития физической науки, изучается место и роль этих уровней в структуре учебно-воспитательного процесса в средней общеобразовательной школе.

Возникновение теоретического и экспериментального методов исследования

Научное знание включает такой способ объяснения явлений действительности, который основан на адекватном теоретическом воспроизведении её внутренних законов строения и развития. При их воспроизведении вскрывается в широком многообразии явлений то универсальное, необходимое и существенное, что присуще всем этим явлениям. Однако следует отличать научное знание как от знания вообще, так и от донаучных его форм. В частности, характеризуя донаучные знания, академик Н.Ф.Овчинников отмечал: *“Если говорить о донаучном периоде в развитии знания, то факты действительности представлены в нем во внешней связи, не вытекающей из сущности того или иного круга явлений. Природа в этот период противостоит человеку как нечто чисто внешнее...”* [1, с. 20].

Научное же знание всегда предполагает знание внутренних связей, определяющих ход явлений, т.е. наличие конкретной теоретической системы, отображающей и объясняющей сущность явлений.

Человеческое знание в форме научного появилось не сразу. Наука как система начала возникать лишь в ходе формирования и систематического использования экспериментального и теоретического методов исследования природы в их тесной взаимосвязи и взаимообусловленности примерно в XVII в. До этого научные знания о природе хотя и носили систематизированный характер, были продуктом обобщения и классификации результатов наблюдений.

Уже Аристотель определял физику как учение о природе. Но целью физики так же, как философии и математики он считал формулировку умозрительных принципов, которые, в отличие от принципов философии и математики, единообразно объясняли бы основные черты чувственно воспринимаемого мира явлений. Аристотель не допускал мысли о том, что раскрытие основных черт действительности невозможно вне специфической познавательной деятельности, опирающейся на совокупное применение теоретического и экспериментального методов. Об этом не могло быть и

речи, поскольку экспериментальный метод в античной науке как деятельность, в которой исследователь вступает в материальный контакт с природой, практически преобразуя её именно в познавательных целях, просто отсутствовал: для его формирования ещё не созрели общественно-экономические предпосылки, в нём ещё не было общественной потребности, а само это занятие выглядело просто несовместимым с истинным познанием в том виде, как оно понималось в то время.

Ситуация мало изменилась и в эпоху средневековья. Это можно проиллюстрировать на примере истории вопроса о природе света. Природа света интересовала ещё греческого мыслителя и выдающегося математика Пифагора, который считал, что зрительные восприятия возникают благодаря “горячим испарениям”, исходящим из глаз человека в направлении к наблюдаемым предметам. Вслед за Пифагором другой знаменитый греческий математик Евклид, а позднее и создатель геоцентрической космологической системы мира Птоломей развили теорию “зрительных лучей”, которая в принципе воспроизводила антропоморфные представления Пифагора. Пифагор, Евклид и Птоломей заложили, можно сказать, первые основы антропоморфной интерпретации геометрической оптики. В дальнейшем Евклид, используя математику, разработал учение о прямолинейном распространении света, открыл закон отражения и явление преломления света.

В период средневековья вопрос о природе света привлек внимание арабских ученых, а позднее им заинтересовались и в Европе. В VIII в. арабский ученый Альгазен изучал световые явления уже с помощью имеющихся в его распоряжении приборов — вогнутых зеркал, стеклянных сегментов. Он придерживался лучевой теории, но отвергал её антропоморфное истолкование, считая, что лучи света распространяются от предметов к глазу. Роджер Бэкон также изучал геометрическую оптику с помощью линз и зеркал и исследовал анатомию и физиологию глаза. Практическим результатом всех исследований явилось изобретение очков, которое приписывается итальянцу Сальвино Арматти (около 1285 г.).

Однако условия для появления эксперимента как научно-познавательной деятельности, одним из средств осуществления которой являются искусственно созданные человеком предметы — приборы, создавались весьма медленно [2; 3].

Экспериментальный метод изучения природы с использованием приборов сформировался лишь в эпоху перехода от феодализма к капитализму, т.е. в период XVI — первой половине XVII вв. Вторая же половина XVIII в., согласно Ф.Даннеману, характеризуется как период экспериментальной физики [4]. Подлинным родоначальником экспериментального метода считается Г.Галилей, который не только разработал ряд физических приборов (в частности телескоп), но и впервые систематически использовал их в познавательных целях. Его заслуга состоит в том, что он первым понял, что оба метода — экспериментальный и теоретический — невозможны друг без друга. Физические исследования Галилея, как и исследования его великих продолжателей — Ньютона, Фарадея, Максвелла, Герца — характеризуются единством теоретического и экспериментального методов. И несмотря на сложившееся впоследствии разделение труда между физиками-экспериментаторами и физиками-теоретиками, вся история на-

уки показывает, что как развитие теории невозможно без эксперимента, так и развитие эксперимента немислимо без теории. *“Теория и эксперимент, — отмечал М.Планк, — взаимосвязаны. Одно без другого остается неплодотворным. К ним с полным правом можно отнести слова Канта и сказать: теория без эксперимента пуста, эксперимент без теории слеп. Поэтому и теория, и эксперимент в равной мере настоятельно требуют подобающего к ним внимания”* [5, с. 563].

Взаимосвязь теории и эксперимента с практикой в истории развития физического познания

Прогресс классической физики опирался на разветвляющуюся в рамках капиталистического способа производства техническую революцию и был в значительной мере обусловлен непосредственным ее воздействием.

Выдающимся экспериментатором первой половины XIX в. был М.Фарадей, открывший явление электромагнитной индукции. Открытия его, однако, не были случайными, поскольку он планировал свои эксперименты и обосновывал их теоретическими аргументами. В дальнейшем опыты Фарадея послужили основой для создания Д.К.Максвеллом электромагнитной теории. Следует подчеркнуть, что экспериментальные открытия М.Фарадея не были следствием только практических потребностей развития техники; в то же время и сами они не сразу оказали воздействие на ее прогресс. Прошло довольно много времени, прежде чем их последствия сказались на развитии техники.

Современная физика фактически выросла на основе преодоления трудностей, возникших в классической физике. Действительно, в конце XIX — начале XX в. последовали новые экспериментальные открытия: У.Крукс открыл катодные лучи, К.Рентген — X-лучи (рентгеновские), А.А.Беккерель — радиоактивность и др.

Велики заслуги в развитии экспериментальной физики и нашего соотечественника П.Н.Лебедева. Еще И.Кеплер в 1619 г. выдвинул гипотезу о давлении света, которую в дальнейшем поддержал Л.Эйлер. П.Н.Лебедев в 1899 г. и 1905 г. поставил опыты по проверке этой гипотезы. Ему удалось подтвердить её для твёрдых тел и газов. Было доказано, что сила давления света действительно существует, физически наблюдаема и что она прямо пропорциональна энергии падающего света. Опыты П.Н.Лебедева явились одной из вершин экспериментального искусства физики того периода и произвели большое впечатление на современников.

Примером блестящих экспериментальных исследований могут служить работы П.Л.Капицы в области физики низких температур, отличившиеся не только виртуозной техникой исполнения, но и глубокой теоретической проработкой. Хотя П.Л.Капица сам всегда был верен эксперименту, в руководимом им коллективе Института физических проблем АН СССР экспериментаторы постоянно сотрудничали с теоретиками.

Здесь же работал Л.Д.Ландау. Результатом такого плодотворного сотрудничества явилось открытие ими эффекта сверхтекучести гелия II и разработка его теории [6, с. 89-91].

Современный физический эксперимент — сложная организованная система познавательных процедур, опосредованных на каждом этапе как теоретическим знанием, так и практическим умением и навыками исследователей. Развитие эксперимента есть сложный диалектический процесс, обусловленный взаимодействием многих факторов совокупной социальной практики людей, и зависит не только от производственной формы практической деятельности, но и от форм господствующего в обществе мировоззрения, от духовного климата той или иной конкретной исторической эпохи. Наконец, развитие эксперимента, стимулируя развитие теоретического знания, в свою очередь существенно зависит от его прогресса.

Для того, чтобы правильно понять развитие взаимодействия между экспериментальными и теоре-

тическими методами в физическом познании, необходимо обратиться к его философскому и общеметодологическому осмыслению.

Но, несмотря на то, что эксперимент играл и играет основную роль в развитии физики, его вклад в процесс существенно зависит от характера его взаимодействия с теорией. Всякий эксперимент, по существу, представляет не что иное, как вопрос, задаваемый ученым природе. Вопрос, ответ на который он должен соответствующим образом осмыслить и понять. А сделать это без теоретического знания невозможно. Далее, для того, чтобы эксперимент стал вопросом, обращенным к природе, он должен базироваться на гипотетическом предположении о тех или иных возможных свойствах, протекающих в природных явлениях и взаимосвязях между ними. Как подчеркивает известный философ П.В.Копнин, *“всякий эксперимент возникает как материализация гипотезы, экспериментатор ищет способ овеществить идею гипотезы и таким образом сделать её конкретно-чувственной”* [7, с. 254].

Следовательно, эксперимент фактически возможен лишь в органической связи с теоретическим знанием, где он выступает в качестве одного из звеньев единого исторически развивающегося процесса научного познания. Отражением этой связи служит и тот факт, что хотя объективные законы природы, в том числе и законы физики, и выражаются в логической форме универсальных утверждений, тем не менее, они всегда носят до некоторой степени гипотетический характер (например, вывод закона всемирного тяготения Ньютоном). Для того, чтобы сформулировать этот закон, Ньютон предложил (выдвинул теоретическую гипотезу), что движение Луны (и других небесных тел) как и других свободно падающих тел на Земле обусловлено силами одной и той же природы.

Вместе с тем роль теории и эксперимента в развитии естествознания в течение длительного времени в методологических концепциях той эпохи истолковывалось ошибочно из-за метафизического отделения и противопоставления индукции и дедукции, эмпирического и рационального, анализа и синтеза, что находилось в противоречии с реальной практикой научного познания.

Противопоставление и разграничение теории и эксперимента, дедуктивного и индуктивного, опытного и априорного было абсолютизацией особенностей одного из исторических периодов развития физики. При проведении же конкретных исследований экспериментатор не мог обойтись без теоретических представлений, а теоретик — игнорировать данные эксперимента. Например, в развитии оптики экспериментальные исследования проводились в тесном взаимодействии с теми или иными теоретическими концепциями. Со времен Ньютона, Гука и Гюйгенса в оптике конкурировали две концепции — корпускулярная и волновая. Эти теории приводили к различным видам зависимости между показателем преломления и скоростью света в веществе. В 1851 г. Фуко измерил скорость света в воде и получил значение, согласующееся с формулой, вытекающей из волновой теории.

Долгое время физики полагали, что свет распространяется в гипотетической “светоносной” механической среде — эфире, заполняющем все мировое пространство. После создания Максвеллом в 1864 г. электромагнитной теории света выяснилось, что свет представляет собой электромагнитные волны и, следовательно, их носителем является электромагнитное поле. Вслед за этим Эйнштейн создал теорию, обобщающую классический принцип относительности Галилея, и не нуждающуюся в концепции механического эфира.

Наконец, экспериментальное открытие фотоэффекта и его последующее изучение показало, что наряду с волновыми, корпускулярные представления о природе света также не лишены смысла. Поскольку история физики наглядно демонстрирует, что в реальной практике научного исследования опыт и теория едины, следовало бы выяснить, в чем же заключается

объективные основания выделения различных стадий соотношения теории и эксперимента. Очевидно, ответ надо искать в исторических формах самого этого единства. Иными словами, требуется установить различие в формах организации эксперимента на основе теоретических концепций на разных стадиях развития физического познания.

Дальнейшее исследование заключается во всестороннем рассмотрении единства метода объяснения и эксперимента как принципа рассмотрения организации развивающего обучения в средней общеобразовательной школе:

- взаимосвязь теоретического и эмпирического в научном познании и обучении;
- мысленный эксперимент и метод моделирования в истории физики;
- мысленный эксперимент в современной физике;

- мысленный эксперимент и функции объяснения моделирования;
- проблемы наглядности в развитии научно-теоретического познания и эксперимент.

Список использованных источников

1. *Овчинников Н.Ф.* Принципы сохранения. — М., 1966.
2. *Гайденко П.П.* Эволюция понятия науки. — М., 1980.
3. *Ахутин А.В.* История принципов физического эксперимента от античности до XVII в. — М., 1976.
4. *Даннeman Ф.* История естествознания. — М., 1932. — Том I.
5. *Планк М.* Избранные труды. — М., 1975.
6. *Тригг Дж.* Физика XX века: Ключевые эксперименты. — М., 1978.
7. *Коттин П.В.* Диалектика как логика и теория познания. — М., 1973.

Сиротюк В.Д.

Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ФІЗИКИ ДЛЯ УЧНІВ ІЗ ЗАТРИМКОЮ ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ

Розглядаються питання структурних і функціональних компонентів навчального матеріалу з фізики для здійснення корекційно-розвиваючого навчання в школах інтенсивної педагогічної корекції.

This article contains questions for structural and functional components of physics educational material for realization correction-development education in the intensive pedagogical correction school.

Підбір навчального матеріалу з фізики в спеціальних загальноосвітніх школах і класах інтенсивної педагогічної корекції (для учнів із затримкою психічного розвитку) і способів його подачі в корекційно-розвиваючому навчальному процесі здійснюється, як правило, емпірично, без відповідного методологічного і методичного обґрунтування. Тому проблема психологічного аналізу структури навчального матеріалу з фізики і її вплив на корекційно-розвиваюче навчання учнів із затримкою психічного розвитку набуває значної актуальності.

Дидактичні засоби з фізики (фізичний експеримент, аудіовізуальні засоби і носії інформації, друковано-графічні засоби), слово і дії вчителя визначають для кожного учня із затримкою психічного розвитку в будь-який момент корекційно-розвиваючого навчання конкретну ситуацію учіння. Розглядаючи цю ситуацію об'єктивно, потрібно враховувати, що кожен учень сприймає її в тій мірі і в такій якійсь визначеності, які обумовлені його особистісними властивостями, у першу чергу — рівнем і профілем навчальних можливостей. Тому суб'єктивне сприймання навчальної ситуації окремим учнем повинне бути в максимальній мірі адаптоване, щоб забезпечити потрібну глибину і міцність індивідуального засвоєння. Що стосується навчальної ситуації в цілому, то для досягнення такого результату потрібна не стільки індивідуалізація її, а забезпечення складної й універсальної структури, розрахованої на різні шляхи суб'єктивного сприймання й осмислення. При цьому кожний із суб'єктивних шляхів повинен відтворювати деякий єдиний наскрізний зміст — змістовий інваріант, на основі якого в мисленні даного учня і формується те чи інше навчальне набуття.

Отже, розглядаючи навчання фізики учнів із затримкою психічного розвитку, потрібно розрізнити наступні його компоненти:

1. Навчальна програма і підручник — нормативні джерела змісту навчання фізичних знань і формування практичного досвіду.

2. Навчальна ситуація — єдність педагогічних факторів (вчитель, дидактичні засоби), які складають у даний момент об'єкт, стимул і умови учіння як власних дій учнів під час оволодіння змістом навчання.

3. Індивідуальні ситуації учіння — суб'єктивні проєкції навчальної ситуації, які виникають у результаті її сприймання й осмислення окремими учнями.

4. Навчальне надбання — продукт розумової діяльності окремого учня, який в ідеалі співпадає із змістом навчання.

Оскільки впровадження запланованого змісту навчання фізики в індивідуальних навчальних надбаннях здійснюється в послідовності вказаних чотирьох елементів, вони з необхідністю повинні містити деякий змістовний інваріант, реалізуючи його в формах, що відрізняються субстанціонально, структурно, за ступенем експліцитності, зовнішнього вираження тощо. Цей змістовий інваріант, який об'єднує в процесі навчання нормативне й індивідуальне, зовнішнє і внутрішнє, план і результат, називається навчальним матеріалом [7, с. 5-6].

Теоретичне поняття навчального матеріалу з фізики як змістовного інваріанта корекційно-розвиваючого навчання цілком відповідає вимогам педагогічної практики і в той же час складає зручний вихідний пункт для його психолого-педагогічного аналізу.

Інваріантність навчального матеріалу з фізики відносна. Підручники з фізики для 7-9 класу містять лише одну його конкретну інтерпретацію, яка розвивається, доповнюється і змінюється в навчальній ситуації. В суб'єктивній ситуації учіння і навчальному надбанні також подана лише одна індивідуалізована інтерпретація навчального матеріалу, взята з об'єктивної навчальної ситуації, що реалізує в єдиній універсальній структурі ряд подібних інтерпретацій. Тому, порівнюючи безпосередньо зміст підручника з навчальним надбанням учня, не в кожному випадку вдається виявити в них який-небудь змістовний інваріант. Останній виявляється лише у співставленні того і іншого з навчальною ситуацією. Таким чином, саме навчальну ситуацію слід розглядати як ціле, по відношенню до якого навчальний матеріал є частиною, компонентом або більш визначено — внутрішнім змістом.

Як показує практика, з одного боку, нормативним, критеріальним носієм навчального матеріалу з фізики виступає підручник або навчальна програма, а з іншого боку — центром локалізації навчального ма-