О теории и практике деятельности экспериментирования в методике обучения

Сауров Юрий Аркадьевич – д-р пед. наук, проф., член-корреспондент РАО;
saurov-ya@yandex.ru

Аннотация. *Автор убежден, что нет ничего выше в познании, чем экспериментирование над миром и самим собой. Это значит, что практическое построение жизни – всегда творчество, и параллельно – освоение многосложной и ответственной деятельности со смыслами в образовании. В статье на примере экспериментирования как фундаментальной учебной деятельности раскрывается дидактический потенциал такого видения практики обучения. И эта идея организации реальности экспериментирования в состоянии десятилетиями править миром образования. Отсюда и формулировка задачи: как эту идею расшифровать и принять.*

Ключевые слова. *Методология, содержание образования, экспериментирование как учебная деятельность, нормирование деятельности экспериментирования, система учебного физического эксперимента, деятельность преподавания, экспериментальные исследования.*

Каждое поколение выбирает из накопленного громадного «опыта рода» актуальные знания и умения. И это всегда основа познания мира и образования самого себя. А затем через всегда уникальную практику деятельности, удачные (и не очень удачные) действия люди создают новые правила-нормы. По нашему мнению, это и есть экспериментирование над миром и самим собой. В итоге наша наука в коллективной-кооперированной деятельности специалистов, реализующих рациональные цели должна выбирать максимально простые и эффективные решения. В этом контексте особенно актуальны для школьного образования вопросы: можно ли написать новый учебник за год? Как такую задачу решить на практике? С помощью каких средств можно внедрить результат?

В теории на вершине представлений находится методология, которая определяет смыслы. Она тоже предметна. Учтем, что методология деятельности позволяет наводить порядок в системах знаний, в формах и методах действий, что для каждого нового поколения такая практика существенна – именно за ней стоят смыслы образования.

Методология, во-первых, центрирует наше внимание на методы деятельности (что в конечном итоге всегда есть познание), во-вторых, генерирует парадигмы видения нашего мира. Чтобы увидеть, как говорится, за деревьями лес, надо обнаружить ключевые факты-проблемы и построить гипотезы-модели будущего. Без современной методологии невозможны эффективные процессы воспроизводства инновационной деятельности во всех сферах практики. Не случайно в последние десятилетия в учебных планах вузов появились курсы по методологии физики, педагогики, научных исследований. А в разных стандартах прямо востребованы методологические знания. Принципиально важно, чтобы конструирование учебных систем знаний (учебников) было согласовано с современными представлениями методологии познания. Именно здесь – резервы упрощения структур знаний, а отсюда – углубления процессов их усвоения. Важно, что методология представления о творчестве как феномене и искусстве дополняет представле-

ниями о творчестве как интеллектуальной деятельности с соответствующими нормами и инструментами организации. В нашем случае ее возможности использованы для раскрытия педагогической эффективности деятельности экспериментирования школьников.

Методологические проблемы на удивление живучи: десятилетиями в системах знаний существует неразличение знаний о реальности и знаний-описаний [1–3], научные факты уравниваются с гипотезами, не осознаются границы применимости знаний, что способствует «зашориванию» людей и деградации их мировоззрения.

Для нас научно-методическая проблема заключается в том, что фактически выросло целое поколение учителей в условиях резкого сокращения учебного эксперимента в школах. Данная громадная по объему практическая проблема обусловливает многие трудности самой методики обучения, такие как постепенная деградация учебных текстов, ориентация только на слово, а не на объекты природы, не на деятельность. В этих условиях падает интерес к познанию и плохо осваиваются соответствующие умения: школьники, а зачастую и студенты не могут собрать простую электрическую цепь, не отличают амперметра от вольтметра, шунт от добавочного сопротивления, не выделяют явление в опыте и т. п. Вслед за этими проблемами в обучении быстро появились проблемы освоения логики, математики, методов естественно-научного познания, конструирования и проектирования.

По-видимому, формально теоретическое изучение предмета исчерпало свои возможности; даже лучшие школьники по многим элементам знаний дают скромные результаты, не показывают современного мышления и мировоззрения для успешной деятельности в обществе научных знаний и инноваций. И это принципиальный вызов, который невозможно игнорировать.

Взгляд на проблему в целом, или о методологии деятельности экспериментирования. Данная методология может быть представлена разными уровнями видения: мега-аспекты экспериментирования (язык, мир природы, социум, деятельность), макро- (онтология и гносеология экспериментирования), микро- (смыслы и содержание экспериментальной деятельности). В целом взгляд на содержание и процессы обучения через призму экспериментирования в состоянии повлиять на модернизацию категориальной системы понятий дидактики физики. О социальной значимости подобной миссии писали Г.П.Щедровицкий и С.Б.Переслегин [4; 5].

Для понимания проблемы мы учитывали, что, с точки зрения методологии, в первом приближении эмпирическое (опытное) исследование – это согласование знаний и фактов; экспериментальное – согласование онтологической схемы (картины мира) и реальности; теоретическое – проверка модели относительно онтологии. Развертывание и согласование таких представлений в отношении образовательной практики – актуальное дело обучения физике.

Методология деятельности (в частности, познавательной) – адекватный инструмент определения, понимания образовательных ресурсов школьного учебного физического эксперимента. Методология дает возможность видения дидактической системы «учебный физический эксперимент» в единстве объектов (предметов) и их возможных видов, целей, ценностей, функций, методов, приемов и др. И здесь открывается потенциал развития аппарата самой методики обучения физике с учетом истории научной и образовательной деятельности. Именно методология позволяет задать учебный физический эксперимент в единстве деятельности преподавания и учебной деятельности (И.И.Ильясов) [6],

а также через ее фундаментальные единицы (стороны): понимание, рефлексию, мышление, коммуникацию, предметную деятельность. Последний подход позволяет использовать междисциплинарные отношения разных областей знания: физики, философии, психологии, дидактики (А.В.Зиновьев, В.П.Зинченко, П.Л.Капица, В.В.Краевский, В.А.Лекторский, К.Поппер, В.С.Стёпин, А.Эйнштейн, и др.). Так закладывается обоснование экспериментирования как фундаментальной и ведущей учебной деятельности. И в целом это новый уровень отношения к учебному физическому эксперименту и даже к методике обучения физике в целом.

Постановка научно-методической проблемы построения и формирования экспериментирования в методике физики и физическом образовании. Во-первых, важно зафиксировать некоторые проблемы реальности экспериментирования в науке и практике обучения, хотя делать это надо постоянно для понимания вектора образовательного движения. Во-вторых, на основе ресурсов методологии деятельности и достижений дидактики и психологии учебной деятельности важно сформулировать позитивную программу-гипотезу как для методических исследований, так и для практики совершенствования учения.

Мы считаем, что наступило время, когда для будущего надо принять программу экспериментирования не просто как метода или средства обучения, даже не просто как элемента содержания, но как ведущей учебной деятельности – со всеми последствиями изменения методики организации учения. Очевидно, что по масштабу задач, трудностям теоретической и практической деятельности – это *фундаментальная для методики программа*. Рамку поиска целей, ценностей, содержания этой программы обозначим ниже.

Мотиваторами при постановке и решении сформулированной проблемы служили следующие представления и позиции.

1. За эмпирическим материалом всегда стоит теория, отсюда и рассматриваются все контексты использования эксперимента, рассмотрения реальности экспериментирования на основе обобщений. Итоговая цель практики – определить формат (матрицу) исследований методики экспериментирования.

2. Одна из основных методологических проблем методики – предметно-объектные отношения. Причем в нашей «деятельностной» науке онтологически первичны предметы, а вторичны – объекты. Повторим: хотя по итогу познания в физике как естественной науке все наоборот, но в процессе учебного познания исторически все равно первичны предметы. И деятельностная парадигма охватывает материальную. Отсюда уход от традиции узкого рассмотрения эксперимента как материального средства обучения, вида наглядности и т.п. к экспериментированию как деятельности и основному содержанию («опыту рода»). При этом идет центрирование (и нормирование) целей на учение, что современно [7–9].

3. Нормативные представления, на чем бы они ни основывались, – это одно, а реальность практики обучения (жизни) – другое. Их различение принципиально. И без норм культуры (науки) нет человеческой реальности. Методологи (Э.В.Ильенков, Г.П.Щедровицкий) даже считали, что идеальные объекты науки не менее реальны, чем эмпирические объекты, и в методической деятельности это все больше учитывается. Вот почему так важно задание экспериментирования как деятельности, т.е. как реальности образования. Тогда дальше познавательным логическим ходом идет различение этой реальности от описаний, от условий, от следствий. Отсюда и специализация в методической деятельности экспериментирования – конструирование новых

экспериментов, техника постановки опытов, формирование физического мышления и мировоззрения при экспериментировании, мотивация деятельности экспериментирования школьников и учителей и многое другое.

Итак, обозначим исходные *идеи поисков*.

• Экспериментирование – *ведущая учебная деятельность*, определяющая в ходе учения основные новообразования в функционировании и развитии субъекта.

• Организация и уровень *практики экспериментирования* в обучении физике массовой школы в *сложном положении*: недальновидные цели социализации подавляют познавательные мотивы, в болезненном состоянии находится воспроизводство (и материальная база, и люди) экспериментирования в школе и вузе. Хотя внимание к текущему «ремонту» образования полезно, но не дальновидно: наше поколение должно обеспечить возрождение на новом фундаменте принципа экспериментирования как организации эффективного и творческого учения.

• *Экспериментальное (экспериментирующее) мышление* – одна из самых высоких целей в обучении, которая во многом интегрирует все иные образовательные ресурсы (цели, процессы). Введение в научный оборот этой категории для построения соответствующих процедур учения – важнейшая часть нашей программы.

• *Успешная методическая практика* – вершина любой методики. Но экспериментирование – рукотворная деятельность, для его понимания и развертывания необходимо построение и исследование соответствующего идеального предмета (а затем и теории). *Построение представления о естественной (без влияний) форме экспериментирования,* т.е. процесса самого по себе, процесса «родовой» (культурной) учебной деятельности, – ключевая задача дидактической науки. Это не эмпирический процесс (объект), это некая картина мира, но по ней выделяется или строится образовательная реальность.

Для реализации целей-идей в качестве *инструмента методологического анализа* мы выбрали следующие обобщения.

• Чтобы понять, что такое *экспериментирование* надо приобщиться к: а) истории принципов эксперимента в познании, практикам деятельности; б) истории предметного экспериментирования в физике; в) истории деятельности и учебной деятельности; г) истории образования, в частности, построения содержания «опыта рода», учения о методе и др.

• *Существует три предметных мира экспериментирования:* 1) онтология экспериментирования, заданная знаниями-схемами о сущности и существовании; 2) знания о нормах деятельности экспериментирования, т.е. в итоге – методические проекты в форме принципов, характеристик, моделей, материала, ориентировок; 3) знания и процедуры исследования реальности экспериментирования.

• *Главное в экспериментировании* – это работа со знанием в прямом смысле (моделями, гипотезой и др.) и опытом деятельности (объективно – опытом в материальном мире, субъективно – своим личным опытом) в форме единой предметно-преобразующей (эмпирической, коллективной) деятельности.

• *Экспериментирование как деятельность* конструируется, объединяет в разных планах и разных аспектах мышление, коммуникацию, рефлексию, понимание, предметные действия. Экспериментирования без знакового мышления не бывает. Его смысл заключается а) в различении реальности и описаний («новых» знаний от «старых»), б) в экспериментировании с бытием.

• *Экспериментирование как фундаментальная категория дидактики физики* связана в системе с видами объектов, схе-

мами знаний и языками описаний, операциями и процедурами.

Конструктивное доказательство реализации этих тезисов-идей выражается в конкретизации системы теоретических представлений об экспериментировании. На наш взгляд, это движение в своей целостности – важная черта постнеклассической реальности [3; 10].

В теории учебной деятельности В.В.Давыдова и ставилась цель-программа развития школьников через присвоение норм культуры мышления [11]. Применительно к физике эта программа не устарела. В обучении любой опыт становится экспериментом тогда, когда в нем изменяется сам ученик, т. е. фактически происходит присвоение норм современного опыта теоретического отношения к миру[1]. Такие новообразования и обеспечивают (представляют) развитие субъекта.

В ходе эмпирического исследования реальностей практики обучения физике для нашей текущей задачи зафиксируем только один характерный факт затруднений учителей в понятийном мышлении при экспериментировании. Группа преподавателей Кировской области на курсах переподготовки выполняла лабораторные работы из учебника [12]. В итоге были проверены 164 отчета. Ниже приведены некоторые результаты (процент верных ответов) выделения в отчетах важных для физического мышления элементов знаний:

– выделение объекта исследования – 32;

– определение физического явления – 26;

– определение (построение) модели объекта – 21;

– определение (построение) модели физического явления – 16;

– корректные действия с приближенными числами – 21;

Интерпретация данных позволяет сделать однозначный вывод: учителя по инструкции хорошо выполняют внешние предметные действия, но знаковое (понятийное) физическое мышление по названным элементам проявить затрудняются. И это не случайно: существующая методика выполнения эксперимента мало внимания уделяет формированию современного мышления, без которого нет экспериментирования, а есть просто постановка опытов, обычно всегда интересных, технически разных, однако в большинстве случаев трудно объясняемых и педагогами, и школьниками. Заметим, что это, хотя и уменьшает их дидактический потенциал, но все же оставляет его в современной практике обучения высоким, по сравнению с другими приемами. На фоне многих несовершенств учебного процесса физические эксперименты все же позволяют развивать практические навыки, поддерживают мотивы учения, задают и раскрывают физику природы на уроке. Данный факт надо признать.

Экспериментирование как предметная деятельность. Познание всегда организуется не с нуля, а с отобранного опыта, в котором объектный мир уже обществом осмыслен и представлен предметами. Их неопределенно много, исторически естественно складывается иерархия предметов. Так, модель – это фундаментальный предмет, наверное, для всех наук. Отдельные понятия-предметы в ходе познания и онтологизации получают статус реальности. Например, физические тела, физические объекты – поля и др. Все физические величины (масса, сила и др.) могут быть интерпретированы как предметы, потом неосторожно приняты за реальность. Такова природа многочисленных утверждений (например: сила – причина такого-то явления). Познавательная не-

[1] Целенаправленное задание этих норм сейчас, по сравнению с 80-ми гг. XX в., во многом не реализуется.

суразность этой формы выражения очевидна: реальность не может иметь причину из системы иного статуса – средств описания.

Еще недавно в методике физики учебный физический эксперимент рассматривали как средство (элемент) системы обучения, метод, который в иерархии понятий следовал за целями и содержанием образования. В результате противопоставления теории он автоматически онтологизировался в некую реальность, представленную техническими и иными объектами. В наши дни все чаще экспериментирование понимается как ведущая учебная деятельность, которая сама по себе несет и цель, и содержание, и метод, и мышление, и мировоззрение [13–15]. Она и задает образовательную реальность (вместе с моделированием). А сама система учебного физического эксперимента рассматривается только как дидактическое средство, вторичное образование. Итак, суммируем: экспериментирование как деятельность с объектами, предметами и даже субъектами заключается в их изменении, преобразовании под какую-то (познавательную и др.) цель.

Подчеркнем: рассмотрение всех процессов обучения через призму экспериментирования как ведущей (фундаментальной) деятельности способствует модернизации категориальной системы понятий дидактики физики. Глобально речь может идти о построении новой системы понятий. Вариантом исходного представления, по нашему мнению, может быть понятие «опыта рода» и воспроизводства (трансляции) этого опыта в системах образования (В.В.Краевский и др.). Во-первых, содержание «опыта рода» конструируется (как социально-культурный продукт) для нового поколения в форме норм учебной деятельности, куда включаются и все нормы знаний [3]. В последние десятилетия в содержании опыта целенаправленно обращается внимание на научный метод познания как «ядерное знание» (В.Г.Разумовский). Во-вторых, важно выделить в содержании «опыта рода» творческую деятельность субъекта (естественную, живую, ситуативную, разрушающую нормы и пр.). А далее встает не менее важная дидактическая задача процессуального обеспечения освоения этого опыта.

Процессуальное обеспечение освоения опыта (собственно методика) строится на основе идей познания и преобразования мира (схемы познания, ориентировки, исторический опыт и др.) и доступных образовательной практике видов предметной деятельности. И здесь важно обратить внимание на различение схем освоения опыта: какие из них сейчас эффективны и социально значимы? Как они обеспечены методическими решениями? Современная методология дает примерно одинаковые схемы познавательной деятельности: чувственно-опытная деятельность – построение предметов и предметная деятельность – онтологизация представлений (вещи, тела и др.) – выделение-построение внешнего, материального, объективного мира – исследование объектов, дифференциация представлений, формирование новых предметов (и новый виток деятельности). Но в обучении распространена такая схема: первичны объекты как онтологические нормы, затем следуют предметы как нормы-модели, потом – практика исследования и использования норм, новые нормы и т.д. Не случайно актуальной для методики обучения физике оказывается схема научного метода познания «факты, проблема – гипотеза, модель – следствия – эксперимент, практика», в краткой форме представленная как «выделение явлений – описание явлений».

Известный методолог Г.П.Щедровицкий считал, что «…не модель определяется относительно объекта, а класс объектов относительно модели» [5, с. 389]. Отсюда

и установка: «В педагогическом исследовании главное получить норму…» [5, с. 394].

Количество видов предметов при экспериментировании и особенных предметных деятельностей значительно. Их классификация возможна по разным основаниям, как вариант, она может быть следующей. Внешнее (макро) основание – вещно-материальная (эмпирическая), знаковая, коммуникативная, конструкторская, проектная, коллективная, творческая, репродуктивная деятельности. Внутреннее (микро) основание – мыслительная, рефлексивная, чувственно-образная, созерцательная деятельности (и др.). В дидактике физики должна быть сформулирована программа нормирования предметной деятельности в рамках экспериментирования, а затем развернуты исследования отклонения норм деятельности от реальной практики – с выяснением причин, поисков инвариантов, построением более эффективных методик.

Итак, такая ведущая учебная деятельность, как экспериментирование, в методике обучения – явление многосложное. Процессуально и параллельно она включают работу с разными предметами, опирается на иерархию мотиваторов деятельности (предметы, чувства, знаки, парадигмы, языки, мифы и др.).

Содержание экспериментирования. Обратимся к раскрытию этого содержания, таким образом обозначая для практики образования программу научно-дидактической деятельности. В качестве гипотезы для движения мысли посчитаем, что экспериментирование является фундаментальной и системообразующей для данного этапа развития образования учебной деятельностью.

Признано, что за учебной деятельностью стоит формирование теоретического мышления (В.В.Давыдов и др.). Учебное познание в рамках учебной деятельности (по смыслу и в главном приближении) может быть представлено моделированием и экспериментированием. По форме первое задается как деятельность со знанием, второе – как деятельность с реальными объектами и явлениями. Важно, что, с одной стороны, в экспериментирование можно включить и моделирование как экспериментирование с идеальными образованиями, хотя, с другой стороны, моделирование методологически ведет экспериментирование, не случайно «идеи всегда правят миром». Технологическое задание данных деятельностей, исследование их содержательных и процессуальных взаимоотношений, проблемы их освоения в практике обучения – актуальные задачи предметных дидактик. Пока этот потенциал используется плохо.

Обычно эксперимент понимается широко, как любые опыты, еще шире – как общественно-преобразующая практика любого рода, но в узком (точном) смысле – это проверка в реальности истинности наших идей, принципов, идеальных объектов. Именно последний смысл придает эксперименту фундаментальный познавательный характер. Более того, два первых представления предстают лишь частностями третьего, хотя как практики существуют отдельно и распространены широко.

В истории науки во все времена экспериментирование было на острие познания, хотя и имело разную форму и содержание: в Античности – теоретическое наблюдение (умение видеть); в Средневековье – теоретическое истолкование (интерпретация данных); в Новое время – теоретическое исследование, т.е. эксперимент над знанием [16, с. 10, 21]. И всегда выполняло две основные функции: исследовательскую (получение знаний) и проверочную (испытание понятия на истинность). Именно сейчас в школьной практике мы осознанно возвращаемся к необходимости организации широкого экспериментирования не только над объектами и явлениями, но и над знанием. Последнее

в психологии и педагогике по процессам называют рефлексией и считают важнейшим личностным качеством современного человека [6]. Характерной чертой времени стало то, что в любой предметной области рассматриваются границы применимости знаний и действий.

А.В.Ахутин считает, что «эксперимент есть в равной мере как действие с предметом, так и действие с понятием» [16, с. 240]; «преобразовать сознание можно лишь в той мере, в какой я вовлекаю его в преобразование предмета, и, напротив, всякое преобразование предмета формирует и новое понятие о нем – это, собственно, и составляет содержание эксперимента» [16, с. 206]; «теоретическое понятие может предметно существовать только в условиях эксперимента, т.е. только пока существует реальный предмет, идеальным "продолжением" которого (в процессе предельной идеализации) является понятие» [16, с. 219].

Новые поколения стандартов, программ, учебников последовательно открывают возможность соединить методологию познания и экспериметирование, хотя для методики и массовой практики это только начало пути для всех учебных дисциплин.

Продолжим уточнение этих знаний по отдельным аспектам целей и ценностей образования. Для этого определим деятельность экспериментирования, выделив ее характерные черты.

1. Деятельность экспериментирования – полноценная учебная деятельность, освоение которой формирует весь спектр качеств субъекта образования: знания об объектах и явлениях (свойства, их характеристики, модели, эмпирические и теоретические закономерности, границы применимости и др.); практические умения планировать опыт, подбирать оборудование, измерять физические величины, проводить наблюдения, фиксировать экспериментальные данные, их обрабатывать и обобщать; интеллектуальные умения выделять нужные факты, формулировать гипотезы, строить модели объектов или явлений, получать следствия из законов, определять границы применимости и др.; личностные качества – познавательная мотивация, воля, трудолюбие и аккуратность, расширение мира чувств, творческие способности как интегральное качество. Деятельность экспериментирования хорошо соответствует структуре учебной деятельности: цель или задача – средства решения – процессы преобразования – результаты [11, с. 14, 37, 69, 155]. У методистов-физиков в практике широко используется следующая ориентировка деятельности экспериментирования: условия проведения опыта (в том числе оборудование) и цели – результат (в том числе сам процесс экспериментирования) – анализ (в том числе систематизация данных, обработка и интерпретация результатов) [7].

Анализ дидактических функций учебного физического эксперимента убеждает, что экспериментирование – основной вид учебной деятельности, а как вид совместной деятельности школьников и учителя по достижению каких-то дидактических целей (например, овладение современным мышлением) – это (по функциям в классическом смысле) метод обучения. Хотя эти два разных акцента совместны, но их надо различать. Экспериментирование как вид деятельности – основополагающе, фундаментально, это основной (в абстрагировании – единственный!) объект усвоения или присвоения, овладения. В нем «зашифрованы» знания, ориентировки и приемы деятельности. Метод в этом смысле вторичен (как форма организации); не случайно он ассоциируется с опытами, с внешней процедурой. А экспериментирование как объект (деятельность) – шире, чем просто работа с приборами, установками и т.п. По смыслам – это задание объектов природы или техники,

переход от объектов к предметам, получение знаний на предметах, установление верности этого знания на практике. Роли логики, интеллектуальной деятельности трудно переоценить. В целом получается довольно сложный вид деятельности, который включает в себя и структурирует разнообразные знания, приемы и др., в том числе моделирование. Вот почему экспериментирование так значимо, так универсально по образовательному эффекту. Отсюда и образовательные смыслы разработки процедур ведения экспериментальной деятельности в разных ситуациях, с разными целями, особенностями и др. Например, мало исследовалась совместная деятельность школьника и школьника, ученика и учителя, учителя и методиста по освоению экспериментирования. Много неясного в отношениях (роли, взаимовлияния и др.) знаний о деятельности и опыта деятельности, отсюда трудности в развертывании соответствующих процедур.

Еще раз подчеркнем существенное различение: одно дело – экспериментирование как деятельность, а значит – реальность; другое – учебный эксперимент как дидактическая система, предметно-материальная форма представления (средство, модель, материал) этой деятельности.

2. Без деятельности экспериментирования невозможно представить освоение метода научного познания. Например, сейчас в дидактике метод познания успешно задается в содержании естественно-научного образования следующей логической формой: «факты – гипотеза, модель – следствия – эксперимент». Структурирование статики научных знаний вида теории по логике «основание – ядро – следствия» и структурирование учебных систем знаний по логике процесса функционирования метода познания способствует выделению структуры и содержания метода познания как прямого объекта присвоения. Таким образом, метод познания становится ключевым элементом содержания, что и есть отражение деятельностной парадигмы в содержании образования. В обучении физике это успешно реализуется, но границы применимости такого подхода шире [2; 8; 10]. Сказанное прямо относится к деятельности экспериментирования.

Экспериментирование в рамках метода познания не только (и не сколько) этап представления содержания метода, но и процесс, пронизывающий все элементы учебной деятельности. Факты всегда выделяются целенаправленной человеческой познавательной (преобразующей) деятельностью, что и есть в широком смысле экспериментирование. Выдвижение гипотезы без мысленного экспериментирования просто невозможно. Вспомним только, какое значение для физики имели мысленные эксперименты Эйнштейна. Но и сама мысль (идея, модель) рождается из фактов эксперимента. Многие следствия в науке (особенно технике), хотя и следуют логике выведения, по процедурам деятельности – это экспериментирование. Так, часто измерить физическую величину проще, чем теоретически ее рассчитать, а практика, как творческое экспериментирование с объектами и явлениями, бесконечна в пространстве и во времени и дает основные продукты трудовой деятельности.

Экспериментирующее мышление [7]. Сейчас широко фиксируется прагматизм в деятельности школьников, студентов, учителей. Если его низвести до бытового уровня, что и происходит на практике, то мы получим массу проблем в формировании конкурентноспособного человека. Но если прагматизм включить в научный метод познания, рациональное экспериментирование и оформление его результатов, то произойдет освоение культурных (социализированных) норм для развития субъекта. Причем это всегда творчество.

Выделим несколько *направлений развертывания учебной деятельности экспериментирования.*

1. Различение в экспериментировании реальных и идеальных объектов: одно дело – экспериментальное изучение свободных колебаний математического маятника, другое – исследование колебаний конкретного тела.

2. Формирование стиля современного научного мышления в ходе экспериментирования. При этом прямо учитываются и осваиваются следующие аспекты: научный рационализм, выраженный в признании объективности и познаваемости мира, его динамического развития; системный подход в познании объектов и явлений, множественность их описаний (языки, модели), последовательное приближение к истине; ограниченность знания, приближенность эмпирического знания; освоение концепции универсального эволюционизма, выраженной в логике «изменчивость – наследственность – отбор» (В.С.Степин) [17, с. 641 и др.]. При проведении любого экспериментального исследования эта логика легко выделяется: вариация условий – типичный прием изменений; накопление, систематизация и сохранение первичных данных сродни наследственной памяти; отбор фактов для теории – необходимость эффективного познания.

3. Широко известно следующее определение мышления: «Обобщенное…». Уже здесь достаточно четко для характеристики мышления обозначается отношение «объект – знак». При задании объекта (проблема существования) эксперимент играет фундаментальную и ничем не заменяемую роль. Какие типы и формы знаков используются – тоже отдельная проблема. И то, и другое для методики как науки должно быть прояснено и заложено в технику исследований и технологии обучения.

При познании социальное по природе отношение А (объекты – знаки) находит отражение в отношении В (образы объектов и операций – образы знаковых форм и операций с ними) [18, с. 578 и др.]). Переход от А к В осуществляется по правилам чувственного отражения: ощущение, восприятие, представление. Все эти аспекты (как вариант описания) весьма важны для понимания процессов освоения мышления при экспериментировании. При этом освоение мышления понимается как усвоение норм, «опыта рода», усвоение системы знаний, в первую очередь в форме теории (В.В.Мултановский). Для методики, макропроцессов обучения важно в полной мере принять, что социальное по природе мышление существует само по себе, а в процессах обучения «*присваивается*». Значит, надо искать эффективные формы, и его задания, и процессов присвоения, организации соответствующей деятельности. Экспериментирование – такая форма.

Выделение и освоение отношения «объекты – знаки» является стержнем, по нашему мнению, процесса экспериментирования. Объективно (в материальной предметно-преобразующей деятельности) это дает или задает мышление как кооперированную, социальную форму существования людей. Такое отношение надо в какой-то форме задать и освоить. Над этим фактически и бьются методисты-экспериментаторы, как в выделении или задании объектов экспериментирования, так и в фиксации объектов и результатов их исследования в знаках, в частности, в моделях.

Но введение объекта ноосферы (по В.В.Майеру) как фундаментального объекта учебного познания открывает для дидактики бесконечный мир объектов творчества, новые возможности эффективного нормирования учебной деятельности, в том числе экспериментирования. Этот объект рукотворный, идеальный, к нему относятся и идеальный газ в физике, и Печорин в литературе.

4. Организация на разных уровнях коллективной творческой деятельности экспериментирования как интеллектуального учебного производства: спецпрактикумы по экспериментированию для школьников, студентов, учителей; творческий специализированный семинар исследователей и ежегодные публикации; воспроизводство деятельности экспериментирования в творческих коллективах методистов и учителей, педагогов и обучающихся и т. д. Словесное изучение предмета перерождается в многословие, а экспериментирование от этого недостатка избавляет.

Экспериментирование объединяет (интегрирует) все фундаментальные практические и интеллектуальные процессы: во-первых, деятельность в форме задания (и тогда – освоения) исторически выработанных и сложившихся норм (выбор цели, конкретные детали установки и сборка цепи, процедуры измерений и др.); во-вторых, происходят (задаются, формируются, используются) такие процессы, как понимание, мышление, коммуникация. Например, глубоко продуманной является практика проведения в школе экспериментальных исследований парами, экспериментирование (и конструирование), осуществляемое школьниками разного возраста во внеурочной деятельности.

Каждый из интеллектуальных процессов по-своему важен, роли и функции каждого из них должны быть выделены и целенаправленно изучены. В обучении доминирует *понимание*. Именно в нем рассматриваются все аспекты содержания (например, физического) – термины, понятия, известные законы, принципы деятельности, трактовки и интерпретации, определяются смыслы на основе общего контекста физического мировоззрения, в частности физической картины мира. Так, при экспериментальном изучении фотоэффекта обсуждаются, например, вопросы: к макроявлениям или микроявлениям относится фотоэффект? Всегда ли разрядка электрометра при внешнем фотоэффекте связана с фотоэффектом? Почему не наблюдается фотоэффект при использовании яркой лампочки накаливания? Какое явление описывает закон Эйнштейна для фотоэффекта? (Взаимодействие фотона и электрона.) Какова теоретическая модель фотоэффекта?

Важно, что научное понимание при экспериментировании эффективно реализуется лишь тогда, когда построена модель. При освоении знаний важен диалог. И здесь – полное согласие с логикой и содержанием научного метода познания: первый шаг – выделение экспериментальных фактов, второй шаг – конструирование теоретической модели явления (сначала как гипотезы, потом как знания и т.д.).

Декларация присвоения *мышления* широко известна. Но проблем здесь (например, с диагностикой) немало. Для нас важно, что мышление а) исторично, б) передаваемо как норма, в) высшее интеллектуальное образование человека, которое должно присваиваться, г) сложное по процессам, которые включают в себя знания, процедуры понимания и коммуникации и др. Современное научное мышление нуждается в кооперации, диалогично по форме и существу, поэтому, например, при выполнении лабораторных работ желательна смена сознательная смена ролей: теоретик – экспериментатор, руководитель – подчиненный. По-видимому, в рамках обучения физике, в том числе и при экспериментировании, формируются различные виды мышления (познавательное, проективное, конструкторско-техническое, управленческое), Их объекты, цели, процедуры, результаты имеют свою специфику.

Современное научное мышление при обучении задается и осваивается как нормы движения понятий «от абстрактного к конкретному». Поэтому

понятен, например, смысл усилий методистов-физиков в построении картины мира, создании концепции взаимодействий, реализации принципа генерализации. Получается, что любой учебный эксперимент важен, понимаем, эффективен в рамках некой мировоззренческой методической парадигмы (подобное фиксируется и в истории физики). Учитель, как активный носитель современного мировоззрения, – ключевая составляющая успеха экспериментирования. Надо помочь школьникам с помощью идей и моделей видеть не только глазами, но и разумом явление в эксперименте.

Принципиально важно, что экспериментирование над реальными объектами сопровождается экспериментированием над понятиями, а значит (субъективно, по смыслам) – над самим собой. Именно здесь рождается саморазвитие. Но не будем забывать, что при экспериментировании строится реальный (материальный) мир.

Напомним, что в обучении естественнонаучное мышление, как некая чистая норма исторически выполненного познания, заключается в установлении, освоении (в первом приближении) следующего отношения: физический объект или явление, как реальность, – знаковое изображение объекта, процедур работы с ним и др. Конечно, при экспериментировании в ходе обучения объект «приготавливается» учителем, методистом, учебником. Это не страшно с точки зрения целей, но при таком задании объекта важно избежать искажений, ошибок и, главное, обеспечить переход от объектов к предметам, к построению моделей, к их отражению в знаках, к получению эффекта (знания!) на модели.

Специалисты (В.Г.Разумовский и др.) довольно резко говорят о модельном характере современного мышления [2; 8]. Не следует игнорировать при экспериментировании (в том числе – мысленном) и «чистое мышление» как работу со знаками (например, при решении задач на «черный ящик», когда неизвестные структура и содержание объекта выясняются в процессе внешних действий с ним). Есть острая необходимость в методиках по технике *организации* рефлексивной деятельности при постановке всех учебных экспериментов.

Экспериментирование как творчество. Для методики остается актуальной проблема выработки современных схем организации экспериментирования при обучении физике. В зависимости от цели, материала, подготовки школьников, форм организации, *методических схем может быть несколько*. На практике они выбираются под соответствующую ситуацию, но между собой должны быть согласованы (не противоречить друг другу) и иерархизированы (хотя бы по полноте развертывания, степени обобщенности).

Например, до сих пор недостаточно развернутых методических процедур организации экспериментирования при освоении метода научного познания по схеме «факты – модель – следствия – эксперимент как практика». Пока эта логическая схема лучше всего задает (вскрывает) управление процессом познания.

В случае учебного эксперимента факты «получаются» на пересечении конструирования (идей, приборов, установок и др.) и измерения. Без выбора или построения модели вообще нет эксперимента. И здесь важно изучить и формы задания модели (например, гипотезу), и формы ее фиксации в знаках, схемах, рисунках-изображениях.

Вся работа в следствиях осуществляется с моделью или моделями, но она плохо методически осмыслена, остается для учащихся рядоположенной с другими действиями, значит, не выделяется и в нужной степени не усваивается.

Последний этап нас всегда возвращает в реальность, позволяет задать место по-

лученному эффекту, знанию в системе знаний; позволяет обозначить проблемы о другом видении учебной задачи, обсудить неточности решений и др. Названные процессы есть при экспериментировании, их можно выделить, следовательно, нужно искать эффективные методические приемы управления ими. Заметим, что все это существенно при одном условии: если схема цикла задет современный способ мышления. Это определяется в ходе теоретического анализа, формирования «социального заказа», согласия специалистов, конкуренции идей и т.п.

Важно зафиксировать, что творчество продуктивно вырастает в массовой школе в процессе и на основе освоения жестко социализированных культурных норм мышления, мировоззрения, деятельности. Мы убеждены, что сейчас основным процессом творческой деятельности, востребованным обществом, является *экспериментирование*. В совместной (коллективной) деятельности экспериментирования школьников и учителя, студентов и преподавателя осуществляются воспроизводство и передача норм творческой деятельности. И хотя основной носитель этих норм – живая деятельность субъектов, но и методологические ориентировки как знаниевые нормы тоже нужны. Отсюда возникает задача нормирования всех аспектов деятельности экспериментирования. В нашем случае частично это решено в новом учебнике для средней школы [14; 15].

Уже давно общество и государство на основе современных представлений о трансляции опыта рода декларируют в приоритетном порядке задачи воспроизводства творчества, инициативности. Но это всегда практика. В образовании, особенно естественно-научном, продолжает обостряться проблема организаторов этой практики, т.е. учителей и преподавателей. Как при формализации процедур и условий деятельности преподавания (жесткие и доминирующие нормативы ЕГЭ, «меловая физика», разработка бесконечного количества учебно-методических и аттестационно-измерительных материалов по всем курсам и пр.) обеспечить творчество преподавателя? В реальности нет усвоения и воспроизводства даже норм репродуктивной деятельности: индивидуализм тормозит прямую и живую передачу опыта, резко сократилась подписка на профессиональные журналы, интернет не спасает, т.е. сузилось поле знаниевой формы передачи опыта.

Несложно доказать, что весь спектр общеучебных и предметных практических и интеллектуальных умений в большей или меньшей степени формируется (присваивается!) при экспериментировании. Подчеркнем лишь значение практической деятельности рук субъекта образования при экспериментировании для его внутреннего развития, чем явно и все больше пренебрегают в нашей практике.

Подведем **итоги**. Экспериментирование по цели, смыслам, формам, предметам и субъектам деятельности – всегда практика, реальность, которая строит (в прямом и переносном смысле) мир. Поэтому экспериментирование – всеобъемлющее понятие-категория. Оно, например, может вбирать в себя понятие о фундаментальной учебной деятельности моделирования как средства.

Выделим дидактические роли экспериментирования как некие нормы для дальнейших поисков.

• Дидактическая значимость учебного физического эксперимента признана в отечественных и зарубежных источниках. В практику российской дидактики физики понятие «экспериментирование» введено сравнительно недавно [7]. Обычно авторы центрированы на цели, технике, физике использования учебного эксперимента, существенно реже – на самих процессах понимания, мышления, рефлексии в этой деятельности.

• В обучении физике как практике деятельность экспериментирования (целям, мотивам, богатству осваиваемых деятельностей и пр.) по теоретической природе всегда коллективная, но нормируется и реализуется она в форме приемов и индивидуальной, и коллективной работы. При обобщении можно признать, что ведущей является учебная деятельность по присвоению «опыта рода». На ее организацию и делается акцент.

• В дидактике физики экспериментирование – категориальное понятие, которое наряду с моделированием определяет реальность (в главном материальную онтологию) образовательного мира методики физики.

• Практика экспериментирования – самая характерная для предмета учебная деятельность по освоению связи мира физической реальности и идеального мира описаний. На этой платформе выясняются все важные вопросы освоения физического мышления и физического миропонимания.

• Современное экспериментирование внешне уходит дальше от «чистой» природы в «человеческую» природу, в технику, одновременно смелее и глубже проникает в сущность явлений (например, опыты по рассмотрению физического явления в разных системах отсчета.)

• Экспериментирование – познавательная практика, техника познания, теоретическая форма понимания природы, метод. Словом, богатая по содержанию учебная деятельность.

Обобщение-синтез, конструирование, сборка представлений об экспериментировании – это поиск его норм, которые, как схема-матрица, позволяют по-новому (технологически) увидеть дидактические возможности деятельности экспериментирования в сложном процессе обучения. При их реализации естественным образом проявляется творчество, в итоге развиваются и наши представления. Накладывая нормы на образовательную деятельность, мы специфически строим практику, тем самым проверяя эффективность наших представлений. Но здесь можно увидеть возможности исследования реальности, эмпирически фиксируя отклонения от норм и теоретически описывая эти результаты. Такое видение – черта постнеклассической рациональности [3].

Для практики следует учесть, что индивидуально-стихийное освоение экспериментирования как ведущей учебной деятельности может идти неопределенно длительно. А с позиции социально-педагогических задач для совершенствования актуальной практики обучения физике необходимо построение и реализация коллективной программы разработки методики экспериментирования на языке норм. Сейчас это тот мотиватор, который может поднять познавательный интерес в формах разнообразной предметной деятельности, подтянуть формирование теоретического (теоретико-экспериментального) мышления и физического мировоззрения. Словом, задать новое дыхание развитию физического образования. Чтобы физический опыт стал физическим экспериментом надо потрудиться над раскрытием смыслов этой деятельности. Признаем: такое методическое движение – современно и перспективно.

Итак, насколько это возможно в жанре статьи, мы представили доказательства фундаментального значения организации учебной деятельности экспериментирования в обучении. Подробнее и конкретнее педагогам надо самим строить эти представления в соответствии с сюжетами жизни, конечно, с опорой на известные публикации [3; 7; 9]. Мы убеждены, что получение стратегических педагогических эффектов в формировании мышления и мировоззрения школьников (всех субъектов образования) невозможно без существенного и приоритетного внимания к комплексу материальных и ин-

теллектуальных проблем экспериментирования как фундаментальной по целям и форме познавательно-преобразующей деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коханов К.А., Сауров Ю.А.* Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления. Киров, 2013. 232 с.

2. *Сауров Ю.А.* Принцип цикличности в методике обучения физике: Историко-методологический анализ. Киров, 2008. 224 с.

3. *Сауров Ю.А.* Построение постнеклассической методики обучения физике (методологический и методический синтез). Киров, 2022. 212 с.

4. *Переслегин С.* Новые карты будущего, или Анти-Рэнд. М., 2009. 701 с.

5. *Щедровицкий Г.П.* Мышление – Понимание – Рефлексия. М., 2005. 800 с.

6. *Ильясов И.И.* Структура процессов учения. М., 1986. 200 с.

7. *Майер В.В., Сауров Ю.А.* Экспериментирующее мышление в методике обучения физике // Физика в школе. 2018. № 7. С. 3–11.

8. *Разумовский В.Г.* Проблемы теории и практики школьного физического образования. Избранные научные статьи. М., 2016. 196 с.

9. *Разумовский В.Г., Сауров Ю.А.* Методология деятельности экспериментирования как стратегического ресурса физического образования // Сибирский учитель. 2012. № 2. С. 5–13.

10. *Сауров Ю.А., Коханов К.А.* Экспериментирование и моделирование как коллективная познавательная деятельность в обучении физике // Вестник Вятского государственного университета. 2014. № 5. С. 130–135.

11. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. М., 1996. 544 с.

12. Исследование процесса обучения физике: Сб. научных трудов. Вып. XV / Под ред. Ю.А.Саурова. Киров, 2013. С. 46–48.

13. *Никифоров Г.Г., Сауров Ю.А.* Деятельность с экспериментальными задачами для формирования мышления и мировоззрения // Физика в школе. 2022. № 1. С. 13–20.

14. *Разумовский В.Г., Орлов В.А., Майер В.В.* и др. Физика: учебник для уч-ся 10 кл. общеобразов. учреждений. Ч. 2. М., 2010. 272 с.

15. *Разумовский В.Г., Орлов В.А., Майер В.В. и др.* Физика: учебник для уч-ся 11 кл. общеобразов. учреждений. Ч. 2. М., 2011. 359 с.

16. *Ахутин А.В.* История принципов физического эксперимента. М., 1976. 292 с.

17. *Степин В.С.* Теоретическое знание. М., 2000. 744 с.

18. *Щедровицкий Г.П.* Философия. Наука. Методология. М.,1997. 656 с.

Дата поступления – 13.08.25

On the theory and practice of experimentation in teaching methods

Yuri A. Saurov – Dr. Sci. (Pedagogics), professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Education (Kirov, Russia); saurov-ya@yandex.ru

Abstract. *The author is convinced that there is nothing higher in learning than experimenting with the world and oneself. This means that the practical construction of life is always creativity, and in parallel, the development of complex and responsible activities with meanings in education. Using the example of experimentation as a fundamental learning activity, the article reveals the didactic potential of such a vision of learning practice. And this idea of organizing the reality of experimentation has been able to "rule the world of education" for decades. Hence the formulation of the problem: how to decipher and accept this idea.*

Key words. *Methodology, content of education, experimentation as an educational activity, rationing of experimentation activities, system of educational physical experiment, teaching activities, experimental research.*

REFERENCES

1. *Koxanov K.A., Saurov Yu.A.* Problema zadaniya i formirovaniya sovremennoj kul`tury` fizicheskogo my`shleniy [The problem of assignment and formation of modern culture of physical thinking]. Kirov, 2013. 232 p.

2. *Saurov Yu.A.* Princip ciklichnosti v metodike obucheniya fizike: Istoriko-metodologicheskij analiz [The principle of cyclicity in the methodology of teaching physics: Historical and methodological analysis]. Kirov, 2008. 224 p.

3. *Saurov Yu.A.* Postroenie postneklassicheskoj metodiki obucheniya fizike (metodologicheskij i metodicheskij sintez) [The construction of post-non-classical methods of teaching physics (methodological and methodical synthesis)]. Kirov, 2022. 212 p.

4. *Pereslegin S.* Novy`e karty` budushhego, ili Anti-Re`nd [New maps of the future, or Anti-Rand]. Moscow, 2009. 701 p.

5. *Shhedroviczkij G.P.* My`shlenie – Ponimanie – Refleksiya [Thinking – Understanding – Reflection]. Moscow, 2005. 800 p.

6. *Il`yasov I.I.* Struktura processov ucheniya [The structure of teaching processes]. Moscow, 1986. 200 p.

7. *Majer V.V., Saurov Yu.A.* E`ksperimentiruyushhee my`shlenie v metodike obucheniya fizike [Experimenting thinking in the methodology of teaching physics]. *Fizika v shkole* [Physics at school]. 2018. No. 7. P. 3–11.

8. *Razumovskij V.G.* Problemy` teorii i praktiki shkol`nogo fizicheskogo obrazovaniya. Izbranny`e nauchny`e stat`I [Problems of theory and practice of school physical education. Selected scientific articles]. Moscow, 2016. 196 p.

9. *Razumovskij V.G., Saurov Yu.A.* Metodologiya deyatel`nosti e`ksperimentirovaniya kak strategicheskogo resursa fizicheskogo obrazovaniya [Methodology of experimentation as a strategic resource of physical education]. *Sibirskij uchitel`*[Siberian teacher]. 2012. No. 2. P. 5–13.

10. *Saurov Yu.A., Koxanov K.A.* E`ksperimentirovanie i modelirovanie kak kollektivnaya poznavatel`naya deyatel`nost` v obuchenii fizike [Experimentation and modeling as a collective cognitive activity in teaching physics].*Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universitpeta* [Bulletin of Vyatka State University]. 2014. No. 5. P. 130–135.

11. *Davy`dov V.V.* Teoriya razvivayushhego obucheniya [Theory of developmental learning]. Moscow, 1996. 544 p.

12. Issledovanie processa obucheniya fizike: Sb. nauchny`x trudov. Vy`p. XV / Pod red. Yu.A.Saurova [The study of the process of teaching physics: Collection of scientific papers. Issue XV / Ed. by Yu.A.Saurov]. Kirov, 2013. P. 46–48.

13. *Nikiforov G.G., Saurov Yu.A.* Deyatel`nost` s e`ksperimental`ny`mi zadachami dlya formirovaniya my`shleniya i mirovozzreniya [Activity with experimental tasks for the formation of thinking and worldview]. *Fizika v shkole* [Physics at school]. 2022. No. 1. P. 13–20.

14. *Razumovskij V.G., Orlov V.A., Majer V.V. i dr.* Fizika: uchebnik dlya uch-sya 10 kl. obshheobrazov. uchrezhdenij. Ch. 2 [Physics: a textbook for students of 10 classes of general types. institutions. P. 2]. Moscow, 2010. 272 p.

15. *Razumovskij V.G., Orlov V.A., Majer V.V. i dr.* Fizika: uchebnik dlya uch-sya 11 kl. obshheobrazov. uchrezhdenij. Ch. 2 [Physics: a textbook for students of 11 classes of general types. institutions. Part 2]. Moscow, 2011. 359 p.

16. *Axutin A.V.* Istoriya principov fizicheskogo e`ksperimenta [History of principles of physical experiment]. Moscow, 1976. 292 p.

17. *Stepin V.S.* Teoreticheskoe znanie [Theoretical knowledge]. Moscow, 2000. 744 p.

18. *Shhedroviczkij G.P.* Filosofiya. Nauka. Metodologiya [Philosophy. Science. Methodology]. Moscow, 1997. 656 p.

Submitted – August 13, 2025