

Е. В. ДОНСКОВА, Т. В. КЛЕВЕТОВА
(Волгоград)

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА

Представлена методика организации физического эксперимента на основе системно-деятельностного подхода. Выделен специфический вид физических задач – контекстные экспериментальные.

Ключевые слова: *системно-деятельностный подход, компетенции, теория и методика обучения физике, учебный физический эксперимент, контекстная физическая задача.*

Физика как наука играет ведущую роль в естествознании, оказывает значительное влияние на развитие всех отраслей науки, техники, производства, общечеловеческой культуры. В связи с этим физика уже более трех столетий является отдельным учебным предметом, цель которого – формирование знаний о фундаментальных законах природы, физических теориях, эмпирических и теоретических методах исследования явлений окружающего мира. Однако современное общество требует от выпускника школы обладания не декларированными знаниями в области естественных и гуманитарных наук, а опытом познавательной, исследовательской, информационной и др. деятельности, который приобретается в процессе изучения школьных дисциплин. В связи с этим система школьного физического образования претерпевает существенные изменения, связанные с перестройкой его фундаментальных основ – структуры, целей, содержания, методов и средств обучения. Новая система российского школьного образования строится на основе системно-деятельностного подхода, который обеспечивает формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию; проектирование и конструирование развивающей образовательной среды для обучающихся; активную учебно-познавательную деятельность обучающихся; построение образовательного процесса с учетом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся [7], что должно отразиться и в реформировании школьного физического образования.

В данной статье обратимся к проблеме теоретического обоснования традиционного метода обучения физике – физического эксперимента с позиций системно-деятельностного подхода.

Эксперимент является неотъемлемой частью содержания физического образования, его также можно рассматривать как источник фактов и знаний о мире; один из методов познания окружающего мира; методическое средство, обеспечивающее наглядность обучения, развивающее интерес к физике; способ организации самостоятельной и творческой деятельности учащихся; метод, устанавливающий связь теории с практикой, раскрывающий цели изучения физики и проведения физических исследований.

В условиях реализации системно-деятельностного подхода процесс изучения физики должен быть направлен не на усвоение учащимися предметных знаний и умений, а на формирование у них универсальных учебных действий в процессе самостоятельной деятельности по освоению системы физических знаний. Именно поэтому физический эксперимент должен рассматриваться как метод включения учащихся в различные виды деятельности – учебно-познавательную, исследовательскую, информационную, коммуникативную, ценностно-смысловую. Для разработки методики организации физического эксперимента на основе системно-деятельностного подхода необходимо выполнение следующих условий: 1) понимание физического эксперимента (метода обучения) как целостной системы, состоящей из четырех компонентов – целевого, содержательного, процессуального и рефлексивного; 2) раскрытие каждого компонента системы с позиций деятельностного и компетентностного подходов.

Целевой компонент. Цель физического эксперимента (как метода обучения) – формирование у ученика универсальных учебных действий посредством овладения научными методами познания, позволяющими получать объективные знания об окружающем мире. Цель определяется через

личностные, метапредметные и предметные результаты учащихся, сформулированные в компетентностной форме. Компетенции могут быть представлены в категориях «знать», «уметь», «владеть», но должны отражать целостность опыта исследовательской деятельности учащихся, поскольку компетенция целостна, т.е. ни знания, ни умения, ни способ деятельности сами по себе компетенцией не являются. Рассмотренные в единстве, они представляют собой ядро компетенции. Однако в структуру компетенций, кроме знаний, умений, опыта деятельности, входят и позитивное отношение к сфере охватываемой компетенцией, и личностные качества, которые способствуют эффективному решению соответствующих проблем [6]. Определяя содержание компетенций, необходимо учитывать то, что в условиях реализации образовательных стандартов нового поколения существует опасность подмены сложившейся системы предметного содержания общего физического образования «системой компетенций». Знания в точных науках являются основой формирования компетенций, и эффективность учебно-познавательной деятельности при изучении физики зависит от приобретенного учебного и жизненного опыта, осознания ценности изучаемого материала, мотивов деятельности, интересов, которые реализуются учеником в социальной среде. Исходя из этих представлений, сформулируем цели физического образования как формирование следующих компетенций:

1) предметных (знания основополагающих физических понятий, закономерностей, законов и теорий, правил эксплуатации и использования измерительных приборов; умений наблюдать и объяснять явления, осуществлять исследования некоторого выделенного свойства явления и зависимостей между физическими величинами, проектировать и собирать экспериментальные установки, проводить прямые измерения физических величин, определять физические величины на основе прямых и косвенных измерений; владение способами оценки физических величин, полученных в результате эксперимента, научными основами проверки статуса предложенных гипотез, теоретическими, математическими, графическими способами представления результатов эксперимента, методами оценки погрешностей измерения физических величин);

2) метапредметных (знания общенаучных понятий (явление, факт, закон, закономерность, проблема, гипотеза, модель, теоретический вывод, измерение, погрешность и др.), методологических основ исследовательской деятельности; владение основными теоретическими (анализ, синтез, абстрагирование, идеализация, моделирование, сравнение, дедукция, классификация, систематизация, обобщение, рефлексия) и экспериментальными (наблюдение, измерение, мысленный и реальный эксперимент) методами научного познания; способности и готовности к самостоятельному поиску методов решения исследовательских задач, применению научных методов познания для изучения природной действительности);

3) ключевых (ценностно-смысловой – опыт оценивать научную достоверность и обосновывать социокультурную и предметную значимость изучаемых физических явлений и законов; общекультурной – методы научного познания и опыт экспериментальной деятельности как составной части культуры, опыт научного и технического творчества; учебно-познавательной – основы целеполагания, планирования, реализации и рефлексии самостоятельной и коллективной деятельности в ходе физического эксперимента; информационной – основы обработки и анализа естественнонаучной информации; коммуникативной – навыки работы в группе и развитие способов устной и письменной коммуникации; компетенции личностного самосовершенствования – опыт оценивать значимость предметных знаний и умений, сформированных в эксперименте, для личностного саморазвития (в том числе профессионального самоопределения)).

Содержательный компонент. Содержанием образования является общекультурный опыт, накопленный человечеством, необходимый каждому человеку для успешной реализации в социуме. Именно поэтому содержание, усваиваемое учащимися в ходе физических экспериментов, должно интегрировать в себе предметность (фундаментальные физические опыты и эксперименты, методология научного исследования) и контекстность (эксперименты на основе прикладного и междисциплинарного содержания). Содержание может быть представлено в различных формах учебного физического

эксперимента – демонстрационных опытах, лабораторных работах, физических практикумах. Эту традиционную систему учебного физического эксперимента мы предлагаем дополнить контекстными экспериментальными задачами.

Экспериментальные задачи – физические задачи, имитирующие научно-познавательную деятельность человека. В работах Б. Ф. Билимовича, Г. А. Бутырского, В. Г. Ланге и др., посвященных вопросам отбора содержания физических экспериментальных задач, они классифицируются по уровню сложности (репродуктивные, сложные, олимпиадные) или видам экспериментальной деятельности (наблюдение, измерение, экспериментирование, конструирование). Однако компетентностный аспект содержания экспериментальных задач исследован недостаточно. На основании общей классификации физических задач, предложенной В. И. Данильчуком, мы выделяем два типа экспериментальных задач: предметно-ориентированные и контекстные.

Предметно-ориентированные экспериментальные задачи – это задачи, направленные на освоение понятийного и операционного аппарата физики в процессе проведения физических наблюдений, опытов и экспериментов. Содержанием таких задач выступают 1) наблюдение явлений и постановка опытов (на качественном уровне) по выявлению факторов, влияющих на их протекание; 2) проведение прямых измерений физических величин и расчет по полученным данным зависимого от них параметра; 3) исследование зависимости одной физической величины от другой с представлением результатов в виде графика или таблицы; 4) проверка заданных предположений (прямые измерения физических величин и сравнение заданных соотношений между ними). Приведем примеры предметно-ориентированных экспериментальных задач.

1. *Проверьте экспериментально, подчиняется ли анодный ток в вакуумном диоде закону Ома? Полученный результат обоснуйте теоретически.*

2. *Измерьте модуль упругости резины. По результатам измерений определите границы применимости закона Гука.*

«...Контекстная задача – это вопрос, задача, проблема, изначально ориентированная на тот смысл, который данные феномены имеют для обучающегося <...> это не просто адаптация к личности обучаемого, но и способ актуализации его личностного потенциала, пробуждения его смыслопоисковой активности, осознания ценности изучаемого» [1, с. 103], поэтому мы можем определить контекстные экспериментальные задачи как экспериментальные в контексте предметных, метапредметных и личностных смыслов учащихся. Контекстная задача, оставаясь по своей сути предметной, выходит в сферу различных видов общечеловеческой жизнедеятельности – практико-преобразовательной, научно-познавательной, ценностно-ориентационной, коммуникационной и художественной. Приведем примеры контекстных экспериментальных задач.

1. *Разработайте электрическую схему с применением термосопротивлений, обеспечивающую работу нескольких последовательно соединенных ламп при перегорании одной из них. Дайте теоретическое обоснование созданной схеме. Подготовьте сообщение о возможностях ее практического применения (задача, связанная с практико-преобразовательной деятельностью).*

2. *Исследуйте причины устойчивости равновесия теннисного шарика на поверхности жидкости. Для этого наполните стакан водой до образования выпуклого мениска. Положите шарик на поверхность воды. Проанализируйте зависимость устойчивости шарика от рода жидкости (задача, связанная с научно-познавательной деятельностью).*

3. *Тень на ступенях (А. С. Исполюнов) // Человек сидел на ступенях, // Но внезапно гигантское солнце, // Грохоча, упало на город. // Человек в лучах растворился. // На ступенях осталась тень... // Счетчик Гейгера стал часами, // Говорящими, может быть, // Сколько жить планете осталось. // Объясните принцип работы счетчика Гейгер. Измерьте радиационный фон в кабинете физики и оцените его безопасность (задача, связанная с ценностно-ориентационной деятельностью).*

4. С древних времен для передачи информации на большие расстояния использовался «световой телеграф». Объясните принцип его работы. Выполните макет для передачи светового сигнала через высокое препятствие (например, холм) (задача, связанная с художественной деятельностью).

5. Желая получить снимок зебры, фотограф снял белого осла, надев на объектив фотоаппарат стекло с темными полосками. Что получилось на снимке? Свой ответ проверьте на практике (задача, связанная с коммуникационной деятельностью).

Процессуальный компонент. Процессуальную основу школьного физического эксперимента составляет исследовательская деятельность учащихся, понимаемая нами с позиций системно-деятельностного подхода как целостная система, включающая методологию ученического эксперимента (установление факта, требующего исследования (проблемы), формулирование гипотезы, построение теоретической модели исследования, проведение исследования, анализ результатов) и отдельные элементы информационной деятельности (поиск, обработка и анализ естественно-научной информации из различных источников), коммуникативной деятельности (применение языка физической науки в устной и письменной речи, продуктивное общение в группе в процессе выполнения эксперимента) и ценностно-смысловой деятельности (анализ результатов эксперимента с позиций научной достоверности, значимости для развития техники, технологий и культуры, влияния на экологию, обеспечения безопасности жизнедеятельности, а также личностной значимости для профессионального самоопределения), в которые включаются учащиеся в процессе проведения эксперимента.

Структуру исследовательской деятельности можно представить в виде цепочки «потребность – цель – условия деятельности – выполнение – результат». Ее стимулом выступают потребности в удовлетворении любопытства, понимании и осмысливании природной действительности, внутренних связей и отношений между физическими явлениями, в оценке своих сил и способностей; целью – формирование предметных знаний, умений, опыта в различных видах деятельности и самоопределение по отношению к осваиваемому физическому знанию. Содержание исследовательской деятельности соответствует логике научного процесса: факт – проблема – гипотеза – модель – эксперимент – результат. Инструментом при этом являются методы научного познания мира – наблюдение, опыт, эксперимент. Основным результатом исследовательской деятельности – опыт в познании и осмысливании физических явлений и законов, в достижении определенных результатов в самоопределении и самореализации.

Методика формирования методологических знаний и исследовательских умений учащихся посредством учебного физического эксперимента (демонстрационных опытов, лабораторных работ и физических практикумов) широко известна и представлена в работах А. И. Анциферова, В. А. Букова, А. А. Покровского, А. В. Усовой и др. Специального исследования требует методика создания и реализации учебных ситуаций на основе контекстных экспериментальных задач. К основным элементам методики мы относим следующие.

1. Разработка системы задач (в содержании которых сочетаются экспериментальная и контекстная составляющие), выстроенной в направлении возрастания проблемности, новизны, жизненности, практичности, межпредметности, креативности, ценностно-смысловой рефлексии и самостоятельности.

2. Выбор алгоритмов и эвристических схем, организующих деятельность учеников по решению проблемы, описанной в задаче. Общим алгоритмом решения экспериментальной задачи по физике является следующая последовательность действий:

- анализ физического явления, описанного в задаче (для оценки качественной стороны явления выбирают физическую систему (физические объекты, входящие в эту систему), определяют качественные характеристики этих объектов, рассматривают, в каких физических процессах они участвуют);
- выдвижение и обоснование гипотезы;
- определение цели эксперимента;
- построение теоретической модели эксперимента: расчет и проектирование экспериментальной установки, определение количественных связей и соотношений между различными физическими ве-

личинами, посредством физических законов (рекомендуется сделать чертеж (схему, рисунок), обозначив на нем все данные и искомые величины);

– реализация эксперимента и экспериментальная проверка гипотезы, математическое (графическое) описание данных эксперимента;

– арифметический расчет физических величин и теоретическое обоснование экспериментальных данных;

– оценка физических величин и (или) физических явлений (рекомендуется проанализировать физическое явление с позиции влияния на окружающую действительность (развитие технологических процессов, влияние на экологию, значение для обеспечения безопасности жизнедеятельности); определения объектов природной действительности, в которых находит отражение данное явление).

3. Создание технологии сопровождения и консалтинга учащихся в процессе решения контекстных физических задач. Учитель выступает в роли организатора и консультанта исследовательской деятельности учащихся в процессе решения задачи.

Рефлексивный компонент. Вопрос об измерении уровня сформированности компетенций является довольно сложным и на современном этапе находится в стадии разработки. Если рассматривать компетенции как способность учащихся мобилизовать предметные знания, умения и опыт их реализации в конкретных, изменившихся условиях, то оценка компетентностно-значимых результатов деятельности возможна посредством специфических ситуаций, в которых учащийся должен продуктивно применить приобретенные знания и умения. При этом оцениваются не только предметные, но и метапредметные и ключевые компетенции учащихся. В связи с этим мы предлагаем следующую диагностическую систему, состоящую из трех элементов.

1. Оценка предметных знаний и умений учащихся, сформированных в процессе исследовательской деятельности, с помощью системы компетентностных экспериментальных задач. При этом важно оценивать качество не только знаний и умений, но и самого процесса решения задачи.

2. Оценка сформированности метапредметных и ключевых компетенций в ходе наблюдения учителем за поведением учащихся в процессе выполнения физических экспериментов. Критерии оценки: проявление естественно-научного любопытства и активного желания проводить физические исследования; умений задавать вопросы, высказывать свое мнение, выдвигать гипотезы, объяснять, анализировать; организовывать деятельность группы, объективно оценивать результаты деятельности группы и свой вклад в них и др.

3. Самостоятельная оценка учащимися сформированности метапредметных и ключевых компетенций. Учащимся может быть предложена следующая система вопросов: Какое физическое явление происходит? Какими закономерностями оно описывается? Как оно связано с явлениями, наблюдаемыми в жизни и изучаемыми другими науками? Что значит для меня это явление? Знаю ли я, как решить проблему (способы и правила научного познания)? Умею ли я пользоваться ими? Что нового я понял, узнал, придумал? Зачем нужно знать это явление? Какова его значимость для различных областей жизнедеятельности человека? Как оно оценивается обществом? Существуют ли альтернативные мнения? Как оцениваю это явление я? Какую роль я сыграл в ситуации? Активно ли я отстаивал свою точку зрения? Убедил ли я в своей правоте оппонента? Какова моя роль в общих результатах? Достигнут ли мой первоначальный замысел?

Литература

1. Данильчук В. И. Гуманитаризация физического образования в школе. (Личностно-гуманитарная парадигма) : моногр. Волгоград : Перемена, 1996.
2. Данильчук В. И., Донскова Е. В., Клеветова Т. В. [и др.]. Обучение физике учащихся средней школы в условиях перехода на стандарты второго поколения // Школа будущего. № 5. 2011. С. 61–69.
3. Данильчук В. И., Донскова Е. В., Клеветова Т. В. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие. Волгоград : Изд-во «Перемена», 2010.

4. Донскова Е. В. Формирование ценностно-смысловых компетенций учащихся на уроках физики // Альманах современной науки и образования. 2009. №12 (31). Ч. 1. С. 29–32.
5. Клеветова Т. В. Формирование ключевых компетенций учащихся при изучении физики: мотивационный аспект // Школа будущего. 2010. № 4. С. 47–56.
6. Осмоловская И. М. Содержание и структура учебного предмета в условиях компетентного подхода // Дидактика современного учебного предмета : сб. науч. тр. / под ред. И. М. Осмоловской ; сост. Н. В. Мухина. М., 2006. С. 93–96.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования : утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 дек. 2010 г. № 1897 (любое изд.).



Methodology of organization of school physical experiment on the basis of systemic activity approach

*There is suggested the methodology of organization of physical experiment on the basis of systemic activity approach.
There is sorted out the specific type of physical tasks – context experimental ones.*

Key words: *systemic activity approach, competences, theory and methodology of teaching physics, learning physical experiment, context physical task.*