

О формировании ключевых компетентностей в школьном физическом практикуме

Аннотация

В статье представлен оригинальный вариант школьного физического практикума, его содержание и специфика с точки зрения создания учебных ситуаций для формирования ключевых компетентностей. Методологической основой практикума является взаимосвязанная познавательная триада: наблюдение, эксперимент, моделирование. Рассмотрен пример конкретных учебных исследований.

1. Введение

Компетентностный подход в образовании предполагает формирование универсальных способностей к осуществлению реального жизненного действия [1]. В предметных программах общего среднего образования процессы формирования тех или иных компетентностей имеют заметные различия. Это обстоятельство позволяет наиболее эффективно использовать конкретную предметную область для формирования определенных компетентностей.

В рамках физического практикума "Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование" (ФНЭМ) учащийся вводится в учебно-исследовательскую среду, адекватно имитирующую реальную познавательную деятельность человеческого сообщества в области физики. В учебном процессе практикума разворачивается разнообразная деятельность, обеспечивающая достижение современных целей общего образования, а именно, формирование ключевых компетентностей.

2. Физический практикум "Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование"

Физический практикум входит в образовательную область "Естествознание" и сопровождает учебный предмет "Физика".

"Физика: наблюдения, эксперимент, моделирование" имеет модульную структуру (наблюдения демонстрационных опытов и физических явлений окружающего нас мира, экспериментальные исследования, разработка и создание физических и компьютерных моделей явлений) и может быть использован для расширения и углубления программ профильного обучения физике и построения индивидуальных образовательных программ учащихся.

Данный практикум наиболее эффективен и необходим при освоении программы углубленного изучения физики. В то же время модульная структура практикума допускает включение отдельных частей тематических модулей в качестве фрагментов в программы всех профилей физики. В зависимости от организационных, материальных и иных условий в образовательных учреждениях практикум " Физика: наблюдения, эксперимент, моделирование " может включаться в образовательный процесс как курс по выбору или факультатив.

Содержание курса и его организационно-методическое обеспечение выстраивается таким образом, чтобы учебная деятельность стимулировала глубокое освоение предмета. Естественное объединение трех видов познавательной деятельности - наблюдения, эксперимента и моделирования в учебной физике должно обеспечить развитие умений проектировать и осуществлять конкретные исследования, проводить поиск необходимой информации, анализировать факты и прогнозировать результаты своих действий.

Чрезвычайно важным является то, что эта триада является основным инструментом образования и развития личности. В школе много разных предметов, все по-своему интересны и, конечно же, необходимы. Физика среди них занимает особое место. Об этом много рассуждали, спорили, в разные времена внимание общества к этой науке то усиливалось, то ослабевало, однако суть проблемы остается неизменной - физика есть фундаментальная наука, во многом определяющая развитие нашей цивилизации.

Мы живем в двойственном мире, естественном и созданном человеком. Язык окружающего мира не всегда понятен и однозначен. Последствия наших действий в значительной степени зависят от знаний о мире, возможности понимать его

законы. Физики за более чем 2000-летнюю историю развития накопила много полезных сведений и эффективных методов узнавания нового. Наблюдение, эксперимент и моделирование использовались во всех физических исследованиях, проведенных ранее, и будут использоваться впредь. И не только в физике, но и в других науках. Поэтому физические методики изучения мира, отшлифованные веками, имеют универсальную ценность.

Освоение программы данного практикума предполагает естественный выход за рамки урочной организации учебного процесса: участие в конкретных исследовательских проектах; выполнение учебно-исследовательских работ; представление полученных результатов на школьных конференциях; публикацию в печати и сети Интернет.

Особо важным в предметной практике такого рода является ее ориентация на развитие ряда ключевых компетентностей и формирование универсальных способностей. Ожидаемый положительный педагогический эффект практикума связан с успешной самореализацией школьников в учебной деятельности и возможностью обоснованной профессиональной ориентации.

3. Формирование ключевых компетентностей

Определим ключевые компетентности как "наиболее общие (универсальные) выработанные способы действия (способности и умения), позволяющие человеку понимать ситуацию, достигать результатов в личной и профессиональной жизни в условиях конкретного общества" [2]. Опыт реальной жизни и образовательный процесс - место формирования ключевых компетентностей, они являются инвариантным инструментом адаптации к новым условиям будущего и проявляются в деятельности.

Практикум ФНЭМ обеспечивает возможность формировать и развивать **учебные компетентности**: самостоятельно выбирать варианты выполнения комплексных исследований физических явлений, решать возникающие учебные и самообразовательные учебные проблемы, интегрировать отдельные части знаний в

предметных областях естественных наук и эффективно их использовать, отрабатывать способность извлекать пользу из личного образовательного опыта.

Учебная деятельность в рамках практикума ФНЭМ дает возможность формировать и развивать **исследовательские компетентностей**: учащиеся, проводя реальные учебные исследования, активно работают с различными источниками информации (учебник, книга, Интернет, эксперты), представляют, обсуждают и систематизируют разнообразные информационные материалы.

В практикуме организуется учебная работа учащихся как коллективная лабораторно-экспериментальная работа, развивающую **коммуникативные компетентности**: способность выслушивать, понимать, излагать и защищать свою точку зрения в устной и письменной форме, участвовать в коллективных дискуссиях и публичных выступлениях, использовать профессиональные термины и понятия.

Учебная деятельность в рамках практикума ФНЭМ ориентирована на решение комплексных учебных задач, отдельные части которых могут выполняться разными людьми или группами. В комплексных учебных задачах естественным образом возникает потребность устанавливать и поддерживать контакты, вести переговоры и координировать разнообразные мнения, разрешать конфликты, сотрудничать и работать в команде, что способствует развитию **компетентностей сотрудничества**.

Относительная свобода учебно-исследовательской деятельности в рамках ФНЭМ предполагает серьезную самоорганизацию, принятие определенной доли ответственности за свои действия как члена рабочей группы и это является важным для формирования **организаторских способностей**.

Традиционно лабораторно-экспериментальные исследования сопровождаются многочисленными "шумовыми" факторами: статистическими и систематическими погрешностями измерений, разбросом физических характеристик исследуемых материалов, различным уровнем эффективности экспериментальных методик, индивидуальной квалификацией экспериментатора, ограниченностью в использовании измерительных средств и лабораторной реализации ряда физических явлений. В целом реальный учебный эксперимент является идеальным полигоном для формирования **лично-адаптивных компетенций**: придумывать новые

решения, проявлять настойчивость и в то же время необходимую гибкость в преодолении трудностей, быть подготовленным к самообразованию, эффективно использовать новую информацию и коммуникативные технологии.

4. От функциональной грамотности к исследовательской и информационной культуре

В реальной деятельности, направленной на конечный результат, интенсивно проходит формирование функциональной грамотности. Функциональная грамотность учащихся эффективно нарабатывается в учебной деятельности с высокой степенью мотивации. Тщательный подбор интересных физических явлений и эффектов, исследовательских методик мотивирует учащихся к "раскрытию тайны", освоению действенных образовательных технологий. Значима и целевая установка учебной деятельности в рамках курса ФНЭМ - законченный экспериментальный результат, физическая модель, освоенные или предложенные самими учащимися способы и методики исследований. Изученный теоретический материал, понятийный аппарат физики активно эксплуатируются, дополняются и расширяются. Фактически реализуется комплексный тренинг и практико-ориентированное развитие знаний, умений и навыков, обеспечивающих должный уровень функциональной грамотности. Организационно-методическое обеспечение курса ФНЭМ выстраивается таким образом, чтобы обеспечить постепенность усложнения задач с целью постоянной поддержки успешности, в учебной деятельности и представление предмета, стимулирующее расширение естественнонаучного кругозора.

Ценным педагогическим результатом является формирование **исследовательской и информационной культуры**, которая нарабатывается непосредственно в проведении учебных исследований, сборе и анализе необходимой информации, представлении полученных результатов. Ответственная роль в данном процессе отводится понятным и привлекательным "эталонам-образцам": яркие эпизоды из биографий великих физиков, удачные научно-

популярные статьи. Важен критический анализ учебной и научно-популярной литературы, информационных потоков телевидения, радио и периодической печати.

5. Профессиональная ориентация

Формирование **профессиональной ориентации** к моменту завершения общего среднего образования нужно рассматривать, по-видимому, как необходимый образовательный результат. В предлагаемом физическом практикуме набор учебных задач раскрывает несколько направлений профессиональной деятельности: исследовательской в области физики, а также инженерно-конструкторской в области технической физики.

Учащиеся имеют возможность на конкретных примерах учебных исследований оценить свои возможности и расположенность к исследовательской или инженерно-технической деятельности. Отличительной особенностью практикума является наличие организационно-методического обеспечения, обеспечивающего реализацию теоретического и эмпирического познания в предметной единой среде. Это обстоятельство, на наш взгляд, позволит учащимся определиться и принять решение в выборе характера и рода своей будущей деятельности.

6. Пример учебных исследований: Определение ускорения свободного падения.

Падение тел в поле тяжести Земли в реальных условиях происходит под воздействием силы тяжести и сопротивления воздуха. В данной ситуации легкие тела падают медленнее тяжелых, и это есть достоверный эмпирический факт.

Тела разной массы при одной и той же форме демонстрируют различные варианты падения: от ускоренного до равномерного. Сила сопротивления в вязкой среде (воздухе) при небольших скоростях пропорциональна скорости, вязкости воздуха и характерному размеру тела. Численное значение коэффициента пропорциональности зависит от формы тела, и может быть определено из опыта. Например, для шара радиуса r значение коэффициента пропорциональности 6π [3].

Определение цели учебных исследований предваряется выше приведенными сведениями и обсуждением личного опыта наблюдений данного явления. В данном

случае целью является проведение измерений значения ускорения свободного падения. В ходе обсуждения полезными являются демонстрации падения различных тел в безвоздушном пространстве (труба Галилея) и варианты падения в воздухе тел одинаковой массы, но различной формы, а также тел одинаковой формы и различной массы.

Доступными и наглядными вариантами демонстраций являются падение одинаковых квадратных листов писчей бумаги, имеющих разную форму: гладкий лист, туго смятый в комочек, гофрированный конус, трехлопастная вертушка. Одинаковые по форме тела различной массы легко изготовить из пластиковых бутылок (0,33-2,0 л), заполненных различным количеством воды. В процессе демонстрации проводятся совместные наблюдения, акцентируется внимание учащихся на существенных деталях процесса.

Далее учащимся предлагается сформулировать и представить в письменном виде задачи исследования для достижения поставленной цели. Эта часть учебной деятельности представляется наиболее сложной и по сути своей является проектной. Кажущаяся простота демонстрационных экспериментов рассеивается при проектировании конкретных измерительных процедур, полном учете влияния сопутствующих явлений.

По мере готовности проектов эксперимента учащиеся обсуждают свои варианты с учителем, готовят письменный вариант и доклад-представление. На данном этапе завершается индивидуальное **наблюдение**, учащиеся имеют некий предварительный вариант проекта для дальнейшего обсуждения. В этой фазе учебной деятельности активизируются прошлый опыт и знания учащихся, нарабатываются учебная и исследовательская компетентности.

Следующий шаг - обсуждение индивидуальных проектов, некоторый аналог научного семинара. В меру своих возможностей учащиеся четко формулируют задачи исследования, описывают методику эксперимента и прогнозируют ожидаемые результаты. Очевидно, при адекватных аудитории форме и содержании обсуждения, на семинаре проявляется уровень учебной и исследовательской компетентностей и создается среда для формирования компетентностей

коммуникативности и сотрудничества. Итогом проектного семинара должны быть модель исследуемого явления, один-два согласованных проекта измерений численной величины ускорения свободного падения.

Эта часть учебной деятельности представляется наиболее важной, поскольку учащиеся осваивают технологию **моделирования** физического явления, анализируют возможности принятой модели и условия ее применения.

Особенности создания физической модели удобно пояснить на выбранном выше примере. Итак, падение тел в воздухе в поле тяжести Земли происходит по-разному, в зависимости от соотношения силы тяжести и сил сопротивления воздуха. В начальной стадии движение ускоренное, однако, с увеличением скорости сила сопротивления воздуха растет пропорционально скорости и ускоряющая сила уменьшается. При достижении скорости, обеспечивающей равенство этих сил, тело будет двигаться равномерно. Силы сопротивления воздуха для большинства реальных тел при небольших скоростях значительно меньше сил тяжести и движение будет происходить с небольшим переменным ускорением. Из законов кинематики, по измеренному расстоянию и времени приближенно можем вычислить среднее ускорение на некотором отрезке пути. По мере увеличения массы падающего тела при условии сохранения формы тела, и, следовательно, сил сопротивления, рассчитываемое ускорение силы тяжести будет приближаться к реальному значению. Можем ли в эксперименте использовать достаточно большие массы? Ответ очевиден - нет. Однако, используя набор движущихся масс при постоянной ускоряющей силе, можно получить зависимость $g_i = F/m_i$, где m_i - значения используемых в эксперименте масс, g_i - приближенные значения ускорения силы тяжести.

Зависимость ускорения силы тяжести от обратной массы при постоянной силе F является линейной, и при экстраполяции $1/m_i \rightarrow 0$ получаем значение ускорения для "бесконечной" массы.

Возможна ли практическая реализация такого эксперимента? Обсуждение этого вопроса с учащимися открывает неограниченные возможности разработки

разнообразных вариантов авторского эксперимента, решения посильных изобретательских задач.

Наиболее доступным и простым вариантом эксперимента является падение пластиковой бутылки с высоты, достаточной для измерения времени падения обычным секундомером. Интервал изменений масс - от десятков граммов (пустая бутылка) до одного-двух килограммов (полностью заполненная).

Более компактный вариант реализуется из двух идентичных бутылок, подвешенных на блоке с небольшим трением и возможностью перемещения в пределах 1-2 метра. Различное количество воды, налитое в обе бутылки, может распределяться между бутылками с одинаковой разницей Δm , обеспечивающей постоянство ускоряющей силы $F=(\Delta m) g$.

Эксперимент, а именно: создание лабораторной установки, проведения необходимых измерений, обработка полученных данных, их интерпретация осуществляются совместно несколькими учащимися, с элементами групповой самоорганизации. На данном этапе продолжается формирование компетентностей коммуникативности и сотрудничества, создаются условия для проявления и закрепления организаторских способностей.

7. Итоги учебной деятельности и образовательный результат

Завершенные экспериментальные исследования оформляются в виде отчета в соответствии со стандартами научной публикации. По итогам всего цикла учебно-исследовательских работ проводится завершающий семинар, с представлением группами результатов исследований, вариантов их интерпретации. Обсуждение результатов исследований, с элементами критики и доказательной защиты в сочетании со всеми предыдущими этапами учебно-исследовательской работы нацелено на формирование личностно-адаптивных компетенций учащихся.

Любое реальное экспериментальное исследование, даже в рамках школьного курса физики, может быть развернуто в полном, с методологической точки зрения, объеме. Это обстоятельство дает возможность на конкретных учебных

исследованиях получать общие навыки исследовательской и информационной культуры.

И, наконец, профессиональная ориентация. Погружение в методологию физики, самостоятельно проведенные исследования позволяют сформировать учащимся четкое представление о содержании предмета, характере исследовательской работы, выявить собственную склонность к теоретической или экспериментальной деятельности.

Возможность осваивать элементы изобретательского подхода при решении нестандартных физико-технических задач в учебных исследованиях дает ценный опыт творческого успеха.

Литература.

1. Д. Равен. Компетентность в современном обществе, выявление, развитие и реализация. М.: 2002.
2. Компетентностный подход как способ достижения нового качества образования. Материалы для опытно-экспериментальной работы в рамках Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года. М.: Национальный фонд подготовки кадров. Институт новых технологий образования. 2002 г.
3. А.И. Китайгородский. Введение в физику. М.: "Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 1973, 688 стр. с илл.