

# ДЕЙСТВИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

*Лидия Алексеевна Прояненко,*

*доцент Московского педагогического государственного университета, кандидат педагогических наук*

В любом учебном электронном пособии по физике для средней школы заложена модель деятельности учащегося по изучению физики. Основой для современных электронных учебников является следующая модель: учащийся воспринимает информацию, осмысливает её, запоминает, учится применять.

Как и учебники на печатной основе, электронные пособия содержат научную физическую информацию. Для её осмысления и лучшего понимания учащимся предлагаются не только вопросы по параграфам, но и интерактивные модели физических процессов и технических устройств, с помощью которых можно пронаблюдать физические процессы в динамике в изменяющихся условиях. При решении задач учащийся имеет возможность проконтролировать результат с помощью интерактивных моделей. Автоматизируется процесс учения и хранения учебных материалов в электронных рабочих тетрадях. Безусловно, такое использование возможностей компьютера повышает эффективность учебного процесса.

Описанная модель деятельности учащихся — результат длительной педагогической практики и теоретической работы по её обобщению, отбору лучшего. Её несовершенство — формализм в знаниях учащихся, недостаток творчества учащихся — сохраняется и в переложенной на язык компьютера информационной модели.

В этой статье описана модель изучения школьного курса физики (рис. 1), разработанная на основе деятельно-

стной теории учения, и сформулированы предложения по структуре электронного учебника по физике для учащихся средней школы, а также методического пособия для учителя.

С точки зрения деятельностной теории единицей анализа учебного процесса является действие. Знания усваиваются в процессе выполнения адекватных им действий. Данная модель раскрывает в логической последовательности знания и адекватные действия, которые осваивают ученики при изучении физики. Поясним её.

Традиционно школьный курс физики (ШКФ) разбит на разделы, разделы делятся на темы. Тема содержит систему знаний об одном или нескольких физических явлениях.

В теме ШКФ сначала **изучаются отдельные элементы** системы знаний — понятия о физическом явлении, физических величинах, описывающих явление, законы, которым оно подчиняется, научные факты, постулаты теории и т.п. Понять и усвоить элемент знания можно только через адекватные ему действия, то есть действия, в ориентировочную основу которых входит этот элемент знания. Действия, адекватные элементу знания, — это «создание» знания и применение знания в конкретной ситуации<sup>1</sup>. Возможны два варианта применения — распознавание ситуаций, соответствующих знанию, и воспроизведение таких ситуаций. Например, в теме «Равноускоренное прямолинейное движение» один из элементов знания — понятие «ускорение». С ним связаны действия: 1) создание понятия об ускорении движения; 2) построение вектора и нахождение модуля ускорения в конкретных ситуациях.

<sup>1</sup> Анофрикова С.В. Азбука учительской деятельности, иллюстрированная примерами деятельности учителя физики. Ч.1: Разработка уроков. М.: МПГУ, 2001.

### Модель изучения ШКФ

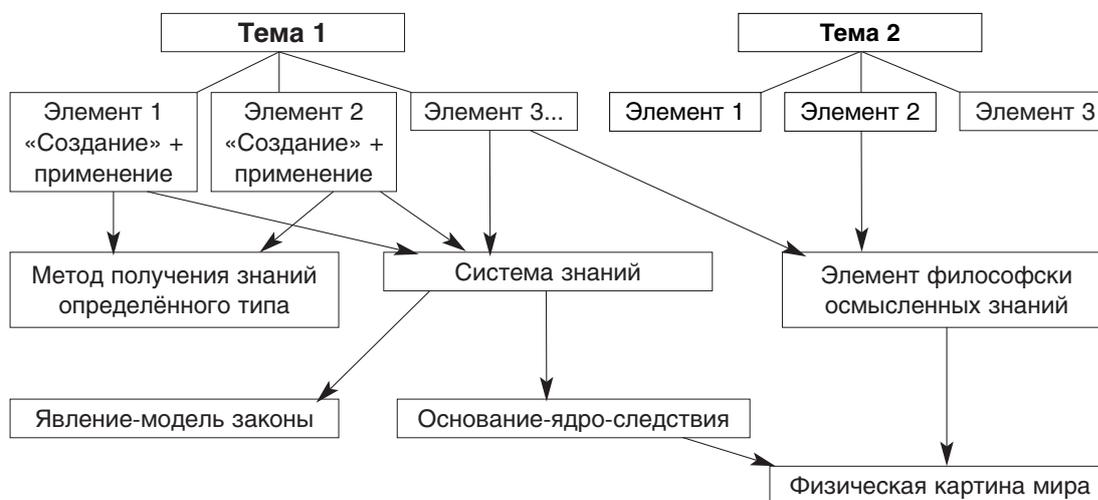


Рис. 1

На следующем этапе **элементы знания должны быть приведены в систему**. Это может быть сделано в соответствии со структурой физической теории по схеме «**основание — ядро — следствия**» или в соответствии с этапами решения практических задач по схеме «**явление — модель — законы**»<sup>2</sup>.

Действия, адекватные физической теории, — это объяснение известных и предсказание новых объектов, явлений, закономерностей. Элементы знания о равноускоренном прямолинейном движении могут быть представлены как физическая

теория, точнее теоретическая схема<sup>3</sup> (таблица 1), основанием которой являются результаты экспериментального изучения зависимости перемещения от времени для равномерного и неравномерного движений. Ядро — это кинематические уравнения движения в векторной форме, а следствия — общие уравнения зависимости координаты и мгновенной скорости от времени для случаев разгона и торможения, свободного падения; формулы зависимости между характеристиками движения и значения величин в конкретных ситуациях.

Таблица 1

#### Теоретическая схема «Равноускоренное прямолинейное движение»

Основание	Ядро	Следствия
Равномерное движение: $s = vt$ Неравномерное движение: график зависимости $s(t)$ — кривая линия	Уравнения зависимости перемещения и мгновенной скорости от времени в векторной форме	Уравнения зависимости пути, координаты и модуля мгновенной скорости от времени для: <ul style="list-style-type: none"> <li>• разгона, в том числе из состояния покоя;</li> <li>• торможения, в том числе до остановки;</li> <li>• свободного падения</li> </ul>

С системой знаний о теории связан метод выведения следствий. Для получения частных случаев уравнений движения выбирают типовую ситуацию (например, торможение до остановки) и величины, зависимость между которыми нужно установить. Для выбранной ситуации строят графическую мо-

дель, записывают уравнения движения в общем виде, преобразуют к скалярному виду с учётом начальных условий, записывают

<sup>2</sup> Прояненко Л.А. Деятельностный подход в обучении физике//Физика в школе. 2005. № 1. С. 34–41.

<sup>3</sup> Одинцова Н.И. Теоретические исследования учащихся на уроках физики. М.: Прометей, 2002.

уравнения для конечного состояния. И после этого полученную формулу зависимости проверяют на опыте.

Элементы знания можно систематизировать по схеме «явление — модель — законы». Система знаний о равноускоренном движении представлена в таблице 2. Её применяют при решении задач на расчёт характеристик равноускоренного движения в конкретных ситуациях (КС). Напомним метод решения таких задач.

*Метод получения формул зависимости и расчёта характеристик равноускоренного движения в КС*

1. Выделите неравномерно движущееся тело и примите за материальную точку.
2. Выделите начальное состояние тела и его характеристики. Изобразите.
3. Выделите последующие состояния тела и их характеристики. Изобразите.
4. Запишите в векторной форме уравнения движения с учётом начальных условий.
5. Преобразуйте уравнения к скалярному виду:

- выберите систему координат;
- выразите проекции векторов через их модули;
- подставьте выражения для проекций в исходные уравнения.

6. Запишите уравнения для выделенных состояний (кроме начального).

7. Запишите кратко данные задачи. Установите, входит ли искомая величина в составленные уравнения. Если нет, составьте уравнение, связывающее искомую величину с входящими в уравнения величинами.

8. Установите, равно ли число уравнений числу неизвестных величин в них. Если нет, составьте необходимое число уравнений, связывающих неизвестные величины с известными по условию.

9. Составьте расчётную формулу для искомой величины и проверьте её правильность.

10. Выразите (при необходимости) величины в СИ.

11. Произведите расчёт и оцените его разумность.

Таблица 2

**Система знаний о равноускоренном прямолинейном движении**

Название явления	Графическая модель	Законы	
		общие	частные
Равноускоренное прямолинейное движение		$s = v_0 t + at^2/2$ $v = v_0 + at$ $a = const$	разгон $s = v_0 t + at^2/2$ $v = v_0 + at$ торможение $s = v_0 t - at^2/2$ $v = v_0 - at$
Свободное падение тела, брошенного: а) вертикально вверх;			$y = y_0 + v_0 t - gt^2/2$ $vy = v_0 - gt$ $y = y_0 + v_0 t + gt^2/2$ $vy = v_0 + gt$
	б) вертикально вниз		

Целью школьного курса физики является формирование у учащихся методов познания. Они понимаются нами как система действий по созданию знаний определённого типа. Для осмысления такой системы действий необходимо организовать деятельность учащихся по сопоставлению не менее двух исследований, результатом которых были элементы знания одного типа, и выделению общего плана действий. В рамках одной или нескольких тем организуется обобщение действий по созданию знаний. Выделенный **метод получения знаний определённого типа** применяется в других темах для планирования учебных исследований. Поскольку на материале темы «Равноускоренное прямолинейное движение» описанную деятельность организовать нельзя, приведём пример из темы «Тепловые явления». В этой теме может быть проведено обобщение исследований по выявлению существенных признаков физических явлений и выделен экспериментальный метод открытия физического явления<sup>4</sup>. Для этого на уроке «Теплопроводность и конвекция» организуется экспериментальная работа по выявлению внешних признаков теплопроводности (перенос энергии без переноса вещества). Работа фиксируется учащимися в специальном рабочем листе. Аналогичное исследование проводится при изучении признаков плавления. Перед изучением парообразования и конденсации проводится так называемый методологический урок, на котором учащиеся сопоставляют рабочим листам ход исследований теплопроводности и плавления и выделяют общие по смыслу действия. Составленная последовательность действий получает название экспериментального метода открытия физического явления. Далее учитель предлагает известную учащимся ситуацию испарения, например воды, просит назвать явление и дать его определение. Полное определение учащиеся сформулировать затрудняются. Тогда учитель предлагает составить план исследования признаков испарения, опираясь на общий метод. Такой план составляется, и учащиеся его реализуют. В итоге составляется определение испарения как процесса самопроизвольного перехода жидкости в пар, происходящего при любой температуре. В дальнейшем общий метод используется при планировании исследований признаков электризации трением, электро-

магнитной индукции, отражения и преломления света.

При изучении физики в школе формируются не только физические, но и *философски осмысленные знания* о материи, развитии природы, процессе познания. Такие знания учащиеся получают как результат обобщения физических знаний и адекватных действий. Например, представление о веществе и поле как видах материи формируется как результат обобщения знаний о твёрдых телах, жидкостях и газах, электростатическом и магнитном полях.

По завершении изучения разделов школьного курса физики усвоенные знания и адекватные действия о физических теориях и связях между ними, о материи структурируются и осмысливаются как *физическая картина мира* в её эволюции: механическая картина мира (после изучения механики и молекулярной физики), электродинамическая и т.д.

Какие дидактические материалы необходимы для организации изучения физики в соответствии с описанной моделью?

Для того чтобы учащиеся осмыслили действия по созданию элементов знания, необходимо представить теоретический материал темы ШКФ в виде решения цепочки познавательных задач (ПЗ). Например, после изучения равномерного движения ставится общая задача получить формулу зависимости перемещения от времени для неравномерного движения. Выдвигается идея теоретического решения задачи. Участок неравномерного движения разбивается на малые участки и составляется формула перемещения как сумма произведений скоростей промежутков времени на малых участках. Решается ПЗ1 «Каков смысл скорости в составленном выражении?» Для преобразования суммы в формулу зависимости перемещения от времени выдвигается идея решения на основе графика зависимости мгновенной скорости от времени. Решается ПЗ2 «Каков вид зависимости мгновенной скорости от времени?» Для линейной зависимости составляется уравнение и решается ПЗ3 «Каков смысл коэффициента пропорциональности в полученном уравнении?» Следующая познавательная задача ПЗ4 «Вывести формулу

<sup>4</sup> Прояненко Л.А., Лозовенко С.В. Изучение нового материала темы как решение цепочки познавательных задач // Физика в школе. 1995. № 4. С. 25–29.

зависимости перемещения от времени для равноускоренного движения». Завершается изучение теоретического материала решением ПЗ5 «Проверить экспериментально выведенное уравнение».

Для обучения распознаванию ситуаций, соответствующих новому элементу знания, необходимо выполнить это действие не менее восьми раз в различных ситуациях. Например, для усвоения понятия об ускорении и названных выше действиях по его применению можно предложить следующие задания.

**Задание 1.** Постройте вектор ускорения в следующих ситуациях.

1. Скорость движения автомобиля возросла в течение 40 с от 5 м/с до 15 м/с.
2. Водитель, «проскочивший» поворот, останавливает машину, двигавшуюся со скоростью 60 км/ч, затем разгоняет её, двигаясь задним ходом, до скорости 20 км/ч. Эта часть манёвра занимает 10 с.
3. Скорость автомобиля при обгоне, судя по показаниям спидометра, изменилась от 50 до 80 км/ч.
4. Двигаясь со скоростью 72 км/ч, мотоциклист притормозил и через 20 с снизил скорость до 36 км/ч.

5. Легковой автомобиль, скорость которого 90 км/ч, обгоняет автобус, движущийся со скоростью 80 км/ч, в течение 4 с.

6. Согласно упрощённой модели сердца млекопитающего при каждом его сокращении около 20 г крови ускоряется от скорости 0,25 м/с до скорости 0,35 м/с за время 0,1 с.

7. Автомобиль за 22 с увеличил скорость до 70 км/ч.

8. Бейсбольный мяч летит со скоростью 35,0 м/с, ударяется о рукавицу игрока и отскакивает с такой же скоростью в противоположном направлении через  $1,3 \times 10^{-2}$  с.

9. Пассажир входит на эскалатор, движущийся со скоростью 0,7 м/с, и поднимается вверх за 1 минуту.

10. Мяч, подброшенный вверх со скоростью 7 м/с, через 1,5 с возвращается назад примерно с такой же скоростью.

11. Лифт Останкинской телебашни при подъёме разгоняется до скорости 7 м/с в течение 15 с.

12. Ракетноситель, стартуя с Земли, за 30 с набирает скорость 600 м/с.

13. Блоха во время прыжка отталкивается от Земли в течение  $10^{-3}$  с. За это время ноги ускоряют блоху до скорости около 1,0 м/с.

Способ выполнения	Решение для ситуации № 2	
1. Выделите тело, для которого требуется построить вектор ускорения, и примите за МТ	Требуется построить вектор ускорения для машины, совершающей маневр, например, для её центра	
2. Выделите начальное состояние тела. Изобразите МТ и вектор скорости ( $v_0$ )	В начале машина движется вперёд (1)	
3. Выделите конечное состояние тела. Изобразите МТ и вектор скорости ( $v$ )	В конце машина движется задним ходом (3)	
4. Выделите промежуточное состояние тела, в котором скорость равна 0. Изобразите.	В промежутке машина останавливается (2)	
5. Выделите прямолинейные участки, на которых направление скорости не изменяется	На участках 1–2 и 2–3 направление скорости не изменяется	
6. Установите характер изменения скорости на каждом участке и сделайте вывод о направлении ускорения. Постройте вектор ускорения	На участке 1–2 скорость уменьшается, вектор ускорения направлен противоположно $v_0$ . На участке 2–3 скорость увеличивается, вектор ускорения направлен так же, как $v$ . Направление ускорения в течение всего маневра одинаково и противоположно $v_0$	

**Задание 2.** Найдите значение модуля ускорения в ситуациях задания 1.

Способ выполнения	Решение для ситуации № 1
1. Найдите значения начальной и конечной скоростей.	$v_0 = 60 \text{ км/ч}$
2. Найдите значение изменения скорости $ v - v_0 $ как разность или сумму $v$ и $v_0$ . (Модули скоростей надо складывать, если в процессе движения скорость сначала уменьшилась до нуля, а затем увеличилась до конечного значения)	$v = 20 \text{ км/ч}$ $ v - v_0  = v_0 + v$
3. Найдите значение промежутка времени ( $t$ ), за который произошло изменение скорости	$t = 10 \text{ с}$
4. Рассчитайте значение модуля ускорения как отношение изменения скорости ко времени	$a = 80\,000 / 3600 \times 10 \text{ с}^2$ $a = 2,2 \text{ м/с}^2$

В помощь учащимся предлагаются способ и развёрнутый пример выполнения задания, а также ответы к каждой ситуации по всем действиям способа выполнения.

Методика формирования системы знаний о физической теории в рамках деятельностного подхода находится в состоянии разработки. Можно предложить включать в пособия таблицы-системы знаний о теории (теоретической схеме) с пояснениями, метод выведения следствий с примерами его применения.

Для формирования системы знаний о физическом явлении (явление — модель — законы) служат физические задачи. В каждой теме выделяют типовые задачи, для которых составляют метод решения, подбирают конкретные задания для обучения (не менее восьми), составляют образцы поэтапного (по действиям) решения.

Дидактические материалы для организации изучения физики в основной и средней (полной) школе, разработанные на основе деятельностного подхода, частично представлены

в статьях и пособиях на печатной основе<sup>5</sup> [1–7].

Какой должна быть структура электронного пособия?

Меню пособия должно включать перечень разделов ШКФ и раздел «Физическая картина мира».

Меню раздела ШКФ помимо перечня тем этого раздела должно включать названия:

- теории, изученной в разделе (или нескольких теорий);
- системы знаний о явлениях, изученных в разделе;
- этапа в эволюции физической картины мира;
- материалов итогового контроля.

Например, меню раздела ШКФ «Механика» может выглядеть следующим образом.

**5 Прояненко Л.А., Стефанова Г.П., Крутова И.А.** Уроки физики по теме «Тепловые явления». Изд-во Астрахан. педин-та, 2003.

**Прояненко Л.А., Стефанова Г.П., Крутова И.А.** Поурочное планирование по физике: 7 класс: к учебнику С.В. Громова, Н.А. Родиной «Физика. 7 класс». М.: Издательство «Экзамен», 2006.

**Прояненко Л.А., Стефанова Г.П., Крутова И.А.** Сборник задач и упражнений по физике: 7 класс: к учебнику С.В. Громова, Н.А. Родиной «Физика. 7 класс». М.: Издательство «Экзамен», 2006.

## Механика

Тема 1. Описание механического движения

Тема 2. Кинематика равномерного и неравномерного прямолинейного движения на участке траектории

Тема 3. Кинематика равноускоренного прямолинейного движения

Тема 4. Законы Ньютона

Тема 5. Законы сохранения

Тема 6. Движение жидкостей и газов

Тема 7. Механические колебания и волны

Физическая теория «Классическая механика Ньютона»

Система знаний «Механические явления»

Итоговый контроль

Меню темы ШКФ должно содержать три обязательные части: теория (или теоретический материал), применение элементов знания; система знаний «явление-модель-законы». Кроме того, могут присутствовать

части, содержащие материалы по формированию методов познания и философски осмысленных знаний. Приведём в качестве примера меню темы «Кинематика равноускоренного прямолинейного движения».

### Тема. Кинематика равноускоренного прямолинейного движения (РУПД)

1. Теория РУПД	1. Познавательные задачи	
	2. Основание, ядро, следствия	
	3. Метод выведения следствий	
2. Применение элементов знания о РУПД	1. Мгновенная скорость	
	2. Вектор ускорения	
	3. График зависимости мгновенной скорости от времени	Задание 1 Задание 2 Проверочная работа
	4. Уравнение зависимости мгновенной скорости от времени	
	5. Геометрический смысл проекции перемещения	
	6. Уравнение зависимости перемещения от времени	
	7. Свободное падение	
	8. Ускорение свободного падения	
3. Система знаний о РУПД и её применение	1. Система знаний о РУПД и типовые задачи по её применению	
	2. Типовая задача № 1. По заданным сведениям опишите движение тел, считая его равноускоренным и прямолинейным	Метод и образец решения. Задачи для тренировки. Проверочная работа
	3. Типовая задача № 2. Найдите значения величин, характеризующих равноускоренное движение, в следующих задачах	Метод и образец решения Задачи для тренировки Проверочная работа
	4. Интересные и сложные задачи	

Известно, что активность учащихся в процессе получения знаний обеспечивает понимание физического материала. Однако подавляющее большинство учителей по-прежнему организуют изучение нового материала объяснительно-иллюстративным методом. Представление теоретического материала как цепочки познавательных задач в электронном пособии позволит многим учителям и учащимся перейти к другому способу добывания знаний, имитирующему научное познание.

Задания на отработку каждого элемента знания с фиксацией результатов в индиви-

дуальном журнале учащегося позволят избежать пробелов в изучении физики. Они обеспечат каждому возможность освоения физического материала в своём темпе.

Возможно, появление такого электронного пособия — дело отдалённого будущего, но современные средства позволяют каждому учителю создавать систему собственных дидактических материалов. Приведённая структура учебного пособия по физике может быть использована учителем для систематизации собственного опыта и дальнейшего пополнения коллекции материалов. □