

Концепция учебно-методического комплекта по физике в рамках ФГОС основного общего образования

*Л.С. Хижнякова, д. п. н.,
профессор МГОУ, г. Москва*

В рамках утвержденного (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г.) федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) основного общего образования создан экспериментальный учебно-методический комплект по физике для основной школы (авторы: Хижнякова Л.С., Синявина А.А., Холина С.А., Шилова С.Ф.). Он состоит из учебника, рабочих тетрадей, рабочей тетради для лабораторных работ, а также пособия для учителя с описанием методики и технологий обучения. УМК базируется на требованиях образовательного стандарта основного общего образования к результатам освоения основной образовательной программы, ее структуре и условиям реализации.

Авторам предоставлена возможность разрабатывать собственные учебные программы на основе требований ФГОС основного общего образования. Поэтому в предлагаемый УМК входят также программы по физике основного общего образования (7–9 классы) и среднего (полного) общего образования (10–11 классы).

Какова теоретическая основа создания авторского учебно-методического комплекта по физике для основной школы? В чем его отличительные особенности от других? Ответы на эти вопросы может дать концепция, которая выражается в форме требований, принципов, теоретических положений и закономерностей. Она состоит из двух составляющих: инвариантной и вариативной.

Инвариантная составляющая концепции определяется идеями и положениями ФГОС. В основе стандарта лежит системно-деятельностный подход, личностные, метапредметные и предметные требования к результатам освоения основной образовательной программы, включая

результаты обучения по физике. Первостепенной задачей обучения естественнонаучным предметам ставится формирование целостной научной картины мира. Предметные результаты обучения должны отражать формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики. Среди предметных задач важнейшими являются: формирование представлений о видах материи (вещество и поле), движении как способе существования материи; усвоение основных идей механики, атомно-молекулярного учения о строении вещества, элементов электродинамики и квантовой физики. Результатом деятельностного подхода к обучению физике должно быть приобретение учащимися опыта применения научных методов познания на практике, т. е. умений проводить простые экспериментальные исследования, выполнять прямые и косвенные измерения с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов с учетом погрешностей измерений.

Вариативная составляющая концепции — это авторская концепция конструирования учебно-методического комплекта. Она базируется на общенаучных принципах: историзма, противоречий, преемственности, теоретических обобщений, цикличности построения учебного материала и поэтапного формирования умственных действий и операций. Данные принципы развиты, обоснованы и применены к конструированию образовательного процесса по физике. Обсудим их подробнее.

Принцип историзма. Благодаря трудам Ломоносова М.В., Краевича А.Д., Умова Н.А., Цингера А.В., Кашина Н.В., Соколова И.И., Знаменского П.А., Покровского А.А., Перышкина А.В., Родиной Н.А., Кикоина И.К., Фабриканта В.А. и многих других педагогов и ученых-физиков создавалась отечественная методика обучения физике. Изучение отечественного опыта построения содержания курсов физики показывает, что содержание конструируется в соответствии с уровнем усложнения форм движения материи: механической, тепловой, электромагнитной, квантовой. Этот

принцип применительно к построению курса физики основной школы можно сформулировать следующим образом.

Курс физики первой ступени строится в соответствии с историческими этапами становления фундаментальных физических теорий: классической механики, термодинамики и молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики.

Поскольку этот принцип связан с историей развития физики, его можно назвать принципом историзма. Изучение курса физики 7 класса с раздела «Механика» имеет определенные преимущества перед другими разделами этой школьной дисциплины. К ним относятся наглядность механических явлений, простые средства измерения физических величин, использование природных материалов для проведения простейших экспериментальных исследований с применением методов физического эксперимента и моделирования. Данные методы служат фундаментом освоения атомно-молекулярного учения о строении вещества, элементов электродинамики и квантовой физики.

Первая ступень обучения физике в средних общеобразовательных учреждениях была введена в России в начале XIX в. в результате реформы, проведенной под руководством профессора Московского университета Н.А. Умова.

Учебник для учащихся первой ступени гимназий был написан А.В. Цингером и назывался «Начальная физика». Содержание учебного материала основано на принципе историзма, т. е. изложение курса представлено в порядке усложнения форм движения материи, начиная с более наглядной формы движения — механической, заканчивая явлением радиоактивности, характерным для внутриядерных процессов в микромире.

В предисловии к учебнику Цингер пишет, что изучение физики на первой ступени должно привить школьнику интерес к этой науке, выработать умения простейшего экспериментирования, умения объяснять природные явления с помощью физических законов. В авторской концепции УМК по

физике для основной школы были учтены особенности конструирования содержания учебника Цингера «Начальная физика» (см. таблицу).

Содержание курса физики основной школы

Раздел курса	Класс	Темы курса	Лабораторные работы и компьютерная поддержка (примеры)
Механически явления	7	Механическое движение: перемещение, скорость, ускорение. Законы движения. Силы в механике. Законы сохранения в механике. Равновесие сил. Простые механизмы. Гидро- и аэростатика	Измерение силы трения скольжения. Измерение скорости равномерного прямолинейного движения тела (с помощью набора лабораторного оборудования «Механика. L-микро»)
Тепловые явления	8	Газовые законы. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Тепловые машины. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.	Наблюдение расширения воздуха при нагревании. Модель броуновского движения
Электрические явления	8	Агрегатные состояния вещества Электрический заряд. Электрическое поле. Электрический ток. Сила тока. Напряжение. Строение атома. Элементы классической электронной теории. Электрический ток в металлах. Закон Ома для участка электрической цепи	Измерение напряжения на различных участках электрической цепи. Устройство и действие молниеотвода

	9	Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Механические колебания и волны. Электромагнитные колебания и волны. Световые волны. Построение изображений в зеркалах и линзах	Изучение работы электродвигателя постоянного тока. Свободные электромагнитные колебания
Квантовые явления	9	Элементы квантовой физики. Физика атома и атомного ядра. Строение Вселенной. Элементы научной картины мира	Наблюдение треков заряженных частиц в камере Вильсона

Принцип противоречий. Принцип противоречий, как и принцип историзма, относится к диалектическим методам познания. Чтобы формировать научное мировоззрение, развивать теоретическое мышление учащихся, в учебнике должен быть представлен материал, на основе которого можно осмыслить научные знания физики с позиций общенаучных идей и методов. Учащихся важно познакомить со способом измерения физических величин, условиями и границами применимости законов и теорий, вариативностью физических моделей.

Так, к общенаучным методам относятся метод измерения величин, который рассматривается во вводной главе «Физические методы исследования природы». Отбор содержания учебного материала по данному вопросу позволяет исключить рассуждения по схеме формально-логического мышления «или — или»: из двух измеренных величин «правильно» первое или второе. Подобный логический вывод не отражает сущности реального процесса измерения. Физические величины измеряются всегда с определенной погрешностью, т. е. результат любого измерения всегда приближенный. Абсолютная погрешность измерения физической величины представляет собой отклонение физической величины от измеренного значения. Определив границу абсолютной погрешности, можно найти

интервал, в пределах которого находится истинное значение измеряемой величины. Лишь зная абсолютную погрешность измерений, можно сравнить качество измерения той или иной физической величины.

Качественным скачком в познавательной деятельности учащихся основной школы является переход от усвоения динамических закономерностей (на примере законов Ньютона), отражающих причинно-следственные связи механических явлений, к знакомству со статистическими закономерностями. Такими закономерностями являются, например, зависимость между давлением идеального газа, числом молекул в единице объема и средней кинетической энергией движения молекул; между средней кинетической энергией поступательного хаотического движения молекул идеального газа и абсолютной температурой. Изложение данного материала опирается на знания учащихся, которые формируются при изучении курса математики.

Из курса алгебры учащиеся знают о некоторых статистических характеристиках, например, среднем арифметическом рассматриваемого ряда чисел, размахе и моде. Учащимся известно, что эти характеристики применяются в статистике — науке, которая занимается получением, обработкой и анализом количественных данных о разнообразных массовых явлениях, происходящих в природе и обществе. Формирование статистических представлений дает возможность использовать два метода изучения тепловых процессов — термодинамический и статистический. На схеме (см. схему) приведены примеры использования термодинамического и статистического методов при изучении элементов молекулярной физики.

В курсе физики основной школы учащиеся знакомятся с квантовыми свойствами электромагнитного поля на примере образования линейчатых спектров испускания и поглощения. Учащиеся убеждаются, что физические законы и закономерности имеют определенные границы применимости. Границы применимости законов электродинамики Максвелла устанавливаются квантовой теорией Бора. Классическая электродинамика

успешно объясняет явления при электромагнитных излучениях достаточно малых частот. Чем больше частота электромагнитных колебаний, тем отчетливей обнаруживаются квантовые свойства электромагнитного поля, которые нельзя объяснить исходя из законов электродинамики Максвелла. В данном случае диалектическая формула обобщения следующая: «электромагнитное поле — это объективная реальность»; «электромагнитное излучение — волна», «электромагнитное излучение — поток фотонов».

Таким образом, *диалектический принцип противоречия реализуется в содержании курса посредством философской интерпретации учебного материала, отражающего вариативность моделей, общенаучные идеи, условия и границы применимости законов и теорий.* Данный материал способствует формированию научного мировоззрения и развитию теоретического мышления учащихся.

Принцип преемственности. Между этапами непрерывного развития методики обучения физике существует преемственность. Она выражается в существовании генетической связи понятий, законов, концепций, теорий в процессе каждого этапа развития методики; при этом новое содержание образования соответствует состоянию базовой науки — физики и включает элементы научного знания предшествующих этапов, идеи которых модернизируются и видоизменяются.

Преемственность реализуется как в содержании, так и в научных методах познания. Примерами преемственности курсов физики основной школы являются идея относительности движения, законы сохранения, координатный метод, творческие исследовательские и конструкторские задания. Эти задания могут быть разного типа:

- 1) теоретические и экспериментальные исследования физических явлений;
- 2) измерение физических величин;
- 3) знакомство с техническими объектами;

4) изучение истории развития физики на основе хрестоматийного материала.

Каждая глава курса физики основной школы опирается не только на содержательные традиции методики обучения физике, но и на межпредметные связи с курсами математики, естественнонаучных дисциплин. Опыт Цингера по изложению учебного материала об ускорении и законах Ньютона в авторском курсе модернизирован посредством применения координатного метода. К началу 7 класса учащиеся имеют необходимую математическую подготовку для освоения данного метода. В курсе математики 5–6 классов они изучают систему координат, находят положительные и отрицательные рациональные числа на координатной оси, определяют среднюю скорость движения, осваивают способы деятельности по составлению формул для вычисления координат точек, решают линейные уравнения. Курс математики закладывает базу для введения в курсе физики 7 класса следующих ключевых понятий и величин: система отсчета, относительность механического движения, перемещение тела, средняя скорость неравномерного движения. Это, в свою очередь, позволяет использовать координатный метод для изучения мгновенной скорости движения и ускорения тела.

Идея векторных величин пронизывает решение задач на движение тел в курсе математики. Скорость движения тел выражается не только числовым значением, но и графически, в виде стрелки. Поэтому понятие вектора в курсе физики 7 класса вводится в процессе анализа связи между перемещением тела и изменением его положения в выбранной одномерной системе отсчета. Перемещение тела — векторная величина, представляющая направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением. Изменение положения тела на оси X является проекцией перемещения на эту ось. Длина вектора перемещения, взятая со знаком «плюс» или «минус», является проекцией перемещения на координатную ось. Действия с векторными величинами (перемещением,

скоростью и ускорением) проводятся с помощью проекций и модулей. При изучении законов Ньютона на основе эксперимента вводится правило сложения векторов, направленных вдоль одной прямой. В 9 классе вопросы механики повторяются на векторной основе в связи с изучением механических колебаний и волн.

Наиболее важное понятие кинематики — это ускорение. При его введении в учебнике используются разные способы деятельности: решение текстовых задач на применение формулы определения ускорения, чтение и построение графиков зависимости модуля скорости от времени при равноускоренном прямолинейном движении тела, установление факта, что за любые равные промежутки времени при равноускоренном прямолинейном движении тела его скорость изменяется одинаково.

Схема изложения этого учебного материала отражает составляющие естественнонаучного метода познания (метода Галилея): факты → модель → следствия → эксперимент. Учащимся на уроке предлагаются разные способы учебных действий. При этом они могут выбрать и освоить лишь те действия и операции, которые соответствуют их личному опыту. Учащиеся также знакомятся и с другими, ранее неизвестными им способами действий, тем самым расширяя и обогащая свой личный опыт учебной деятельности.

Принцип теоретических обобщений. Теоретические обобщения в курсе физики основной школы формируются на 3 уровнях. Физические понятия — это теоретические обобщения с условным названием «первый уровень»; физические законы — теоретические обобщения второго уровня, элементы (категории) физической картины мира — теоретические обобщения третьего уровня. Каждый из уровней теоретического обобщения представляет собой определенную систему. Элементы этой системы и их взаимосвязь можно представить в виде схемы.

Схема изложения учебного материала о физической величине включает следующие элементы: результат наблюдения свойства объекта, характеризующегося физической величиной → модель объекта → формула

определения → физический смысл величины → единица измерения в СИ → способ измерения → примеры использования в физике и технике.

Схема изложения учебного материала о физическом законе отражает составляющие естественнонаучного метода познания: эксперимент, иллюстрирующий связи между физическими величинами → модель физического явления → гипотеза → следствия → примеры практических применений закона → условия применимости закона.

Рассмотрим пример изложения учебного материала о понятии силы. Сначала вводится понятие массы как меры инертности, а затем — понятие силы и второй закон Ньютона. Во втором законе Ньютона утверждается, что любая сила в механике, действующая на тело в инерциальной системе отсчета равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение.

Изучая экспериментально растяжение или сжатие упругой пружины, учащиеся убеждаются, что произведение массы тела на ускорение, сообщаемое силой упругости, будет одинаковым и равным ma . Данное утверждение, установленное на опыте, является определением силы. На основе второго закона Ньютона определяется единица силы в СИ и раскрывается причинно-следственная связь между силой и массой тела. По известной силе и массе тела можно определить его ускорение в инерциальной системе отсчета. Затем изучается прибор для измерения модуля силы — динамометр. Его действие основано на сравнении модуля неизвестной силы с модулем известной силы упругости.

Основными категориями физической картины мира являются материя, движение, пространство и время, взаимодействие, закономерность, причинность, вероятность. Они используются при обобщении научных знаний. В завершение курса физики основной школы приводится следующая схема обобщения учебного материала: картина мира с точки зрения художника, поэта, физика → физическая картина мира — модель природы → особенности механической, электродинамической и современной картины

мира → физические понятия и законы → категории (элементы физической картины мира).

Принцип цикличности построения учебного материала состоит в том, что структура изложения учебного материала курса едина и периодически повторяется при изучении всех его разделов. Элементы структуры каждой темы отражают составляющие физической теории. Физическая теория является формой выражения и определенной системой научных знаний. Теория содержит в качестве своих элементов понятия, гипотезы, законы. В теории научные знания взаимосвязаны с научными методами познания.

Схема конструирования содержания тем авторского курса соответствует теоретическим схемам и включает следующие составляющие:

- ◆ экспериментальные факты;
- ◆ теоретические модели, физические понятия и величины;
- ◆ связи между физическими величинами, физические законы;
- ◆ следствия, вытекающие из законов, включая количественные функциональные зависимости между физическими величинами;
- ◆ практические приложения;
- ◆ интерпретация изученного материала.

Систематизирующим фактором построения материала является метод Галилея. Рассмотрим указанные выше составляющие на примере главы «Гидро- и аэростатика» (учебник «Физика. 7 класс»).

- ◆ Экспериментальные факты — передача давления твердыми, жидкими и газообразными телами.
- ◆ Теоретическая модель — однородная покоящаяся жидкость.
- ◆ Физические понятия и величины — давление, понятие равновесия твердых тел в жидкостях и газах.
- ◆ Физические законы — закон Паскаля, закон Архимеда.
- ◆ Практические приложения — условие плавания тел и его применение в технике.

◆ Интерпретация учебного материала — законы бывают большей (закон Паскаля) и меньшей (закон Архимеда) степени общности.

Теоретической основой изучения учебного материала является закон Паскаля. Его физический смысл раскрывается поэтапно. Сначала рассматривается давление в жидкости и в газе. Затем изучается давление жидкости на дно и стенки сосуда. Оно зависит от плотности и высоты столба жидкости. Согласно закону Паскаля, однородная жидкость в сообщающихся сосудах любой формы устанавливается на одном уровне.

Принцип поэтапного формирования умственных действий и операций. Согласно ФГОС основного общего образования, учитель должен исходить из признания учащегося основным субъектом процесса обучения. При этом главная цель обучения состоит в развитии его индивидуальных способностей. Очевидно, что средства обеспечения поставленных целей должны учитывать индивидуальный опыт учащегося, содержание курса и потенциал научных методов познания. При таком понимании личностно-ориентированного подхода к обучению учебная деятельность школьника рассматривается как система. В психологии имеются разные схемы учебной деятельности.

Одна из распространенных схем имеет такие компоненты: мотив → цель → действия → операции. Согласно Аристотелю, цель — это одна из причин, ради которой и совершаются действия. Средствами мотивации могут быть познавательный интерес, новизна поставленной задачи, престижность участия в той или иной учебной деятельности.

Действия и операции тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Так, сравнивая пройденные пути за равные промежутки времени по стробоскопической записи свободного падения тела, мы приходим к выводу, что скорость движения тела при свободном падении изменяется (увеличивается). В этом примере сравнение пройденных путей — это логическая операция. Однако она становится действием, когда мы определяем закономерность равноускоренного движения: пути, пройденные

телом из состояния покоя за любые равные промежутки времени относятся как ряд нечетных чисел (1 : 3 : 5 : 7...). Расчеты и измерения — операции, которые приводят к установлению этой закономерности.

Операции осваиваются в процессе выполнения учебных заданий, предложенных в учебнике, рабочих тетрадях, тетрадях для лабораторных работ.

В УМК представлены следующие типы заданий:

- ◆ вопросы для самоконтроля, приводимые в конце каждого параграфа учебника;

- ◆ задания и упражнения из учебника;

- ◆ творческие задания из учебника: «Экспериментальное исследование», «Теоретическое исследование», «Из истории развития физики», «Измерение физической величины», «Знакомство с техническими объектами»;

- ◆ задания и упражнения из рабочих тетрадей: «Работаем с учебником», «Решаем задачи», «Экспериментальные исследования», «Теоретические исследования», «Физические приборы», «История физики», «Обобщение учебного материала», «Материал для повторения»;

- ◆ задания для самостоятельной работы из рабочих тетрадей;

- ◆ исследовательские и конструкторские фронтальные, дополнительные и домашние лабораторные работы, задания экспериментального характера из тетради для лабораторных работ;

- ◆ задания к контрольным работам из методического пособия.

Таким образом, особенности авторского УМК определяются основными принципами его конструирования: историзма, противоречий, преемственности, теоретических обобщений, цикличности построения учебного материала и поэтапного формирования учебных действий и операций.