

О ПРОБЛЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Сторчилов П.А.¹

¹ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», Волгоград, Россия (400131, Волгоград, пр-т В.И. Ленина, 27), e-mail: airunreal@yandex.ru

В статье рассматриваются основные подходы к процессу реализации внутрипредметных связей при решении задач разного типа по физике. В соответствии с вариантами реализации внутрипредметных связей школьного курса физики задачи могут быть разделены на следующие типы: тривиальные, традиционные, качественные, графические, экспериментальные, олимпиадные и исследовательские. Показано, что для качественного формирования у школьников системы знаний должны быть использованы задачи разных типов: тривиальные и традиционные задачи для выделения связей между физическими понятиями и сопряжения их в физических законах; качественные, экспериментальные и графические задачи позволяют протянуть связь от физических явлений к их моделям; олимпиадные и исследовательские задачи могут служить для построения максимально разветвленной структуры внутрипредметных связей. Также отмечено, что задачи тривиального и традиционного типов представляются оптимальными для использования при диагностике эффективности подходов к реализации внутрипредметных связей.

Ключевые слова: внутрипредметные связи, школьный курс физики, решение задач.

ON PROBLEM OF IMPLEMENTATION OF INTRADISCIPLINARY CONNECTIONS IN SOLVING PROBLEMS ON PHYSICS

Storchilov P.A.¹

¹Volgograd State Social-Pedagogical University, Volgograd, Russia (400131, Volgograd, av. V.I. Lenina, 27), e-mail: airunreal@yandex.ru

The article discusses the main approaches to the process of implementation of intradisciplinary connections in solving various types of problems in physics. In accordance with the variants of implementation of intradisciplinary connections problems in the school physics course could be divided into the following types: trivial, traditional, qualitative, graphical, experimental, Olympiad-type and researching. It is shown that for the formation of students' quality of knowledge different types of problems should be used: trivial and traditional task to highlight connections between physical concepts and their mates in physical laws; qualitative, experimental and graphical problems allow to reach connections from the physical phenomena to their models; Olympiad-type and researching problems could be used to construct maximally branched structure of intradisciplinary connections. It is also noted that problems of trivial and traditional types seem to be optimal for use in the diagnosis of the effectiveness of approaches to the implementation of intradisciplinary communications.

Keywords: intradisciplinary, school physics course, problem solving

Исследование внутрипредметных связей до сих пор остается в тени изучения межпредметных связей. Данный вывод можно сделать, в частности, по анализу публикационной активности ученых, работающих в той и другой области. Даже определяя свойства системы внутрипредметных связей, ученые зачастую пользуются классификацией и категориями, которые уже были опробованы на межпредметных связях.

Тем не менее, внутрипредметные связи, как связи между элементами одного учебного курса, требуют отдельного рассмотрения, поскольку они являются одним из проявлений дидактического принципа (принципов) прочности [2] и системности [6] знаний. Здесь под

«элементами курса» понимается система понятий, законов, теорий и т.д., используемых при обучении одной дисциплине.

Одним из самых эффективных методов реализации внутрипредметных связей является решение задач. Но при решении задач разного типа процесс реализации может затрагивать как различные по типу внутрипредметные связи [7], так и различные по объему группы связей.

В данной статье мы остановимся на проблемах реализации внутрипредметных связей школьного курса физики при решении задач в зависимости от типа последних.

Процесс решения задачи по физике может быть представлен как переход от исходных данных (информации, предоставляемой условием задачи) к результату (конечным данным) путем использования некоторого набора методов (моделирования, анализа, математических методов и т.д.), отражающих физические законы.

Собственно процесс реализации внутрипредметных связей при решении задач условно можно разбить на два шага. Сначала, анализируя содержащиеся в условии задачи данные, необходимо восстановить максимально возможное количество связей между ними. Следующим шагом на основе уже выявленных связей определяются наиболее перспективные, а иногда и просто доминирующие связи, выстраиваемые в логическую цепочку, которая приводит к результату, к решению задачи.

Задачи, обычно предлагаемые для решения при обучении физике в школе, можно условно разделить на группы по содержанию (качественные задачи, расчетные, графические и экспериментальные) и по уровню сложности (тривиальные, среднего уровня сложности и олимпиадные). Поскольку достаточно большой объем физических задач носит характер расчетных и соответствует среднему уровню сложности, то задачи данного типа мы будем называть «традиционными».

Также можно выделить еще один тип задач – исследовательские. Задачи данного типа интегрируют в себе свойства других типов задач и могут предлагаться школьникам для решения в ходе проектной деятельности.

Тривиальные физические задачи

Тривиальными мы будем называть задачи, которые в определенной учебной ситуации не требуют для решения знаний физики, как таковых. Для решения подобных задач требуется лишь умение правильно подставить данные в формулу и минимально ее преобразовать.

В качестве примера тривиальной можно привести задачу из учебника [5].

«Тело движется вдоль координатной оси ОХ. Направления начальной скорости и ускорения совпадают с положительным направлением оси, а их модули равны $v_0 = 4$ м/с, $a = 2$ м/с². Определите скорость через 4 секунды от начала отсчета времени».

Для решения этой задачи ученику достаточно подставить числовые значения величин в формулу, приведенную в тексте учебника. Задачи данного типа наименее эффективно способствуют реализации внутрипредметных связей, поскольку учащемуся не требуется выбрать подходящую для решения формулу, она уже предложена ему.

Тривиальные задачи направлены в большей степени на оттачивание расчетных навыков, которые тоже необходимо развивать у школьников, но в большей степени подобные задачи относятся к математике. Недаром задача с физическим содержанием именно этого типа включена в ЕГЭ по математике.

Тривиальные задачи могут нести нагрузку реализации внутрипредметных связей в двух случаях. Во-первых, в процессе повторения пройденного материала такие задачи позволяют учащимся вспомнить основные формулы, закономерности и, соответственно, связи между физическими величинами. Во-вторых, решение достаточно сложной задачи может быть представлено в виде последовательности более простых, зачастую именно тривиальных задач. Тем самым, в решение сложных задач вплетается достаточно большое количество внутрипредметных связей.

Качественные задачи

В физике есть характерный в большей степени именно для нее тип задач – качественные задачи. Название «качественных» данные задачи получили в противопоставление «количественным», требующим для решения привлечения математического аппарата.

Для решения качественных задач требуется понимание описанного в условии явления или процесса и способность ученика делать выводы, то есть строить цепь из более или менее сложных умозаключений. Основой для подобных умозаключений и являются внутрипредметные связи.

Одним из наиболее важных свойств, характерных именно для качественных задач в свете реализации внутрипредметных связей, является возможность перехода от реальных окружающих нас физических явлений к физическим моделям, понятиям, возможность отражения реальных физических процессов в законах физики.

В качестве примера рассмотрим решение задачи из сборника [8]:

«Из фонтана бьет струя воды. Почему восходящая ветвь струи сплошная, а нисходящая ветвь рассыпается на отдельные части?»

Для объяснения предложенного физического явления необходимо определиться со спектром процессов, которые могут принимать участие в описании данного явления. Наиболее очевидным представляется рассмотрение движения струи как тела, брошенного под углом к горизонту, то есть движение в поле силы тяжести. Об этом нам говорит форма струи, близкая к параболе. С другой стороны, мы имеем дело не с дискретными телами, а с изначально непрерывной струей жидкости, которая обладает свободной поверхностью. Соответственно, есть смысл принять во внимание еще поверхностное натяжение и волны на поверхности жидкости, которые всегда присутствуют при контакте жидкости с воздухом (при их относительном движении).

Проводя аналогию с движущимся вверх под действием силы тяжести телом, можно сказать, что струя теряет свою скорость, следовательно, для переноса за единицу времени того же количества жидкости с меньшей скоростью струя должна утолщаться, оставаясь сплошной. Движение вниз вновь увеличивает скорость, делая струю тоньше. За счет же колебаний поверхности и сил поверхностного натяжения струя распадается на отдельные капли.

Таким образом, мы сводим в единую сеть целый ряд связей между физическими явлениями и объясняющими их моделями.

При решении качественных задач зачастую приходится прибегать к использованию математических формул, отражающих суть физических закономерностей. Так, например, при ответе на вопрос [8]: «Почему при постройке тепловозов не применяются легкие металлы или сплавы?», необходимо четко воспроизводить опосредованную силами тяжести и реакции опоры связь между массой тепловоза и силой трения.

Реализация внутриспредметных связей посредством решения качественных задач может быть выделена в отдельный учебный блок, а может с высокой эффективностью поддержать процесс изложения нового материала, поскольку здесь также требуется переход от реальных явлений к их физическим моделям. Таким образом, качественные задачи могут служить примерами частных случаев более общей изучаемой проблемы, под эгидой которой представленные примеры могут быть обобщены.

«Традиционные» задачи

Как мы уже указывали ранее, большое количество предлагаемых школьникам задач имеет средний уровень сложности и носит расчетный характер. Как правило, решение подобных задач направлено на отработку навыков исследования конкретных (в контексте изучаемой темы) физических моделей.

Действительно, решая задачи на «свободное падение тел» мы *a priori* рассматриваем особенности выбранной физической модели, когда не учитывается сопротивление воздуха,

сила тяжести не изменяется с высотой над поверхностью Земли (модель однородного поля силы тяжести), а начальная скорость тела принимается равной нулю.

Решение задач данного типа очень важно с точки зрения методики обучения физики, поскольку позволяет сделать первый шаг в рассмотрении целого ряда моделей, постепенно усложняющихся как с физической, так и с математической точек зрения. При этом в реальном учебном процессе «связи ограничений», которые и создают изучаемую модель, зачастую выхолащиваются, сводя процесс решения задач по данной теме к простому перебору вариантов начальных условий, редуцируя задачи по уровню сложности к практически тривиальному типу.

Подобный подход к реализации связей приводит к неверным выводам при решении школьниками близких по содержанию задач, например:

1. Найдите максимальную скорость кирпича, падающего без начальной скорости с крыши дома высотой 10 м (сопротивлением воздуха пренебречь).

2. Найдите максимальную скорость тела, падающего на поверхность Земли без начальной скорости с высоты равной радиусу Земли (сопротивлением воздуха пренебречь).

Зачастую школьники в точности переносят модель решения с первой задачи на вторую, не задумываясь над условиями, ограничивающими область применения модели однородного поля силы тяжести.

Если же внутрипредметные связи корректно реализуются в процессе обучения, то первым возникает вопрос именно о применимости той или иной модели в рамках решаемой задачи. Следовательно, при решении задач «традиционного» типа внутрипредметные связи не только обеспечивают поиск пути от используемой модели к ответу, но и позволяют оценить правильность выбора физической модели.

Графические задачи

Графические задачи, то есть задачи, условие которых содержит графическую информацию (чаще всего – график функции), в последние годы стали чаще появляться в методическом репертуаре учителя физики. Возможно, это связано с обязательным присутствием графических задач в вариантах ГИА и ЕГЭ.

Данная тенденция нашла свое отражение и в сборниках задач. В частности, один из последних сборников О.И Громцевой [1] содержит графические задачи в достаточно большом количестве, причем эти задачи располагаются группами, то есть автор сборника предлагает материал для отработки навыка решения графических задач, а не просто эпизодическое обращение к ним.

Использование графических задач при обучении физике преследует ряд целей. В частности, графики – это мост между математикой и физикой, а соответственно, прямой путь

к приложению математических знаний школьников к физике. С другой стороны, график какого-либо физического процесса или отражение динамики изменения какой-либо физической величины предполагает использование средств анализа и выстраивания причинно-следственных связей в рассуждениях, что является инструментарием при реализации внутрисубъектных связей курса физики.

Поскольку графические задачи содержат модель физического процесса, то при решении подобной задачи связи необходимо восстанавливать как к законам и понятиям, позволяющим интерпретировать графическую информацию, так и к реальному физическому процессу, ставшему прообразом исходной модели.

Отметим также, что существует ряд графических задач в механике и термодинамике, решение которых предполагает построение еще одного или нескольких графиков. Например:

1. По графику зависимости положения материальной точки от времени построить графики скорости и ускорения.

2. Дан график термодинамического процесса в координатах PV . Перевести данный график в координаты PT и VT .

Для подобных решения задач очень важно понимание связей между величинами, понятиями, определяемые физическими законами.

Экспериментальные задачи

Экспериментальные задачи можно считать близкими по смыслу к качественным задачам (эти множества задач иногда даже отождествляются) и использующими методы графических задач, так как иногда для решения необходимо построить график и его интерпретировать.

Особенностью же экспериментальной задачи в сравнении с качественной является необходимость проанализировать условие задачи, сделать вывод о протекающем процессе или явлении и представить ход физического эксперимента (который может быть как реальным, так и умозрительным) для получения данных, которые позволят сделать выводы о поведении рассматриваемой в задаче физической системы.

Рассмотрим пример из сборника [4].

«Как с помощью секундомера можно в некоторых случаях оценить длину молнии по продолжительности грома?»

Притом, что задача должна быть решена умозрительно или «на бумаге», в ней явно содержится требование связать воедино явления различной природы (молния – электрический разряд, гром – акустический эффект), причем надстройкой над этим предлагается метод измерения времени (очевидно, времени движения, распространения разряда) из механики.

Но можно привести пример задачи с предложением не только метода, но и осуществления реальных измерений, которые могут быть многократно проверены. Например, в следующей задаче:

«Представьте себе, что для измерения высоты дома вам было предложено воспользоваться пустой консервной банкой и секундомером. Сумели бы вы справиться с заданием? Расскажите, как нужно действовать?»

Прежде всего, задача может быть переформулирована на измерение высоты шкафа или высоты балкона, не забывая об обеспечении безопасности работы школьников. Важно, что может быть организован полноценный физический эксперимент, вплоть до оценки погрешностей измерения. В таком случае, мы пытаемся реализовать связь уже не только на уровне понятий, а связать метод измерения длины объекта с явлением свободного падения тела, определить границы применимости данного метода и т.д.

Для целенаправленной реализации внутриспредметных связей экспериментальные задачи следует использовать для отработки перехода от реальных явлений к физическим моделям.

Олимпиадные задачи

К олимпиадным можно отнести задачи всех перечисленных выше типов, кроме тривиальных, с поправкой на повышение уровня сложности, либо необходимость присутствия в решении необычных шагов, методов, рассуждений, не встречающихся при решении обычных задач.

Вопросы подготовки школьников к участию в олимпиадах сейчас представляются весьма актуальными, поскольку кроме Всероссийской олимпиады появилось много «рейтинговых» олимпиад, победа в которых позволяет школьнику получить 100 баллов на ЕГЭ по соответствующему предмету. И уже в сборнике задач к комплекту учебников профильного уровня мы находим рубрику «Олимпиадные задачи» [3]. Таким образом, авторы особо выделяют не просто задачи повышенной сложности, а именно задачи олимпиадного уровня.

На задачах подобного типа реализуется, как правило, целый комплекс связей, поскольку для решения олимпиадных задач по физике требуется продемонстрировать глубокое понимание научных основ дисциплины, что в полной мере соответствует способности школьника пользоваться системой внутриспредметных связей.

Исследовательские задачи

Последний выделяемый нами тип задач имеет интегрированный характер, и если олимпиадные задачи могут быть отнесены к другим типам задач с повышением уровня

сложности, то исследовательские задачи могут содержать в себе целый ряд подзадач, которые в свою очередь могут отличаться по типу.

Совершенно очевидно, что данный тип задач может служить основой для реализации большого количества внутрипредметных связей самого широкого спектра, так как исследовательские задачи могут охватывать ряд тем из курса физики (реализация тематических связей) объединяя тем самым разрозненные группы понятий (реализация понятийных связей).

Исследовательские задачи могут быть сформулированы в рамках проектной деятельности. В таком случае при работе над проектом внутрипредметные связи могут быть вплетены в систему межпредметных связей.

Выводы

Приведенный выше анализ говорит о том, что реализация внутрипредметных связей в процессе решения задач по физике должна точно соответствовать поставленным целям обучения. Так для качественного формирования у школьников системы знаний на разных этапах должны быть использованы задачи разных типов. Тривиальные, традиционные задачи для выделения связей между физическими понятиями и сопряжения их в физических законах. Качественные, экспериментальные и графические задачи позволяют протянуть связь от физических явлений к их моделям. А более сложные олимпиадные и исследовательские задачи служат для построения максимально разветвленной структуры внутрипредметных связей.

Также заметим, что задачи тривиального и традиционного типов представляются оптимальными для использования при диагностике эффективности подходов к реализации внутрипредметных связей. Это связано отчасти с простотой выделения небольшого количества связей, реализуемых в рамках решения отдельно взятой задачи, а отчасти – с возможностью отслеживания устойчивости обращения школьников к той или иной связи при решении задач указанных типов.

В заключении следует отметить, что проблема реализации внутрипредметных связей при решении физических задач достаточно многогранна и мы остановились только на одной из ее сторон, тогда как требуют освещения психологические аспекты данного вопроса, необходимо более глубокое изучение проблемы использования задач в диагностических методах, представляется перспективным исследование потенциала реализации связей в процессе решения задач с интеграцией в различные формы учебной деятельности и т.д.

Список литературы

1. Громцева О.И. Сборник задач по физике: 10-11 классы. – М.: Изд-во «Экзамен», 2015. – 208 с.
2. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы соврем. дидактики. / Под ред. М.Н. Скаткина. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.
3. Кирик Л.А., Генденштейн Л.Э., Гельфгат И.М. Задачи по физике для профильной школы с примерами решений. 10–11 классы. Под ред. В.А. Орлова. – М.: ИЛЕКСА, 2012. – 416 с.
4. Ланге В.Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 128 с.
5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни. – М.: Просвещение, 2010. – 366 с.
6. Оконь В. Введение в общую дидактику. – М.: Высшая школа, 1990. – 383с.
7. Попов К.А., Сторчилов П.А. Об основных типах внутрипредметных связей школьного курса физики // Письма в Эмиссия.Оффлайн (TheEmissia.OfflineLetters): электронный научный журнал. – Декабрь 2014, ART 2291. – СПб., 2014 г. – URL: <http://www.emissia.org/offline/2014/2291.htm>, ISSN 1997-8588. – Объем 0.5 п.л.
8. Тульчинский М.Е. Сборник качественных задач по физике. – М.: Просвещение, 1965. – 236 с.

Рецензенты:

Смыковская Т.К., д.п.н, профессор, зав. кафедрой «Теория и методика обучения математике и информатике» ФГБОУ ВПО «ВГСПУ», г. Волгоград;

Зайцев В.В., д.п.н, профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «ВГСПУ», г. Волгоград.