

# Вестник

## МОСКОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- приказы • инструкции
- конференции • семинары
- полезная информация

18  
2014



Аттестация  
педагогических работников

Традиции и инновации  
столичного образования

Всероссийский  
комплекс  
«Готов к труду  
и обороне»

Школьные  
библиотеки





СЕКЦИЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

**Из опыта использования  
авторских Интернет-ресурсов  
в работе учителя физики**

**М.Н. Бондаров**

ГБОУ лицей № 1501

Одной из основных составляющих нашей методической копилки являются авторские интернет-ресурсы, выложенные на сайте «Рождественская физика»<sup>1</sup>. Они разрабатывались с целью оптимизации работы учителя по подготовке и проведению уроков и внеурочных мероприятий. Наша коллекция включает разнообразные ресурсы, среди которых можно выделить электронные конструкторы уроков, материалы для проведения различных внеклассных мероприятий и проектно-исследовательской деятельности.

Рассмотрим подробнее некоторые возможности использования созданных нами ресурсов для организации и проведения уроков, в которых одной из основных составляющих является решение задач повышенного уровня сложности.

На наш взгляд, значительная часть затруднений, возникающих при этом, может быть связана с выбором такого способа решения, когда математические трудности могут оказаться непреодолимыми. Ученик, сумевший разобраться в физической сути задачи, нередко оказывается не в силах справиться с ее математической составляющей, запутавшись, например, в громоздких выкладках.

Наша методическая «копилка» включает в себя оригинальные способы решения олимпиадных задач и упражнений повышенной сложности. Эти способы позволяют значительно облегчить математические преобразования, при этом во многих случаях проясняется физическая сущность явлений, описываемых в условии задачи.

<sup>1</sup> URL: <http://bond1958.narod.ru/> (дата обращения 13.06.14).



Перечислим некоторые приемы, помогающие ученикам лучше усвоить информацию:

**1) Оригинальные способы решения.** Знакомство с такими способами решения задач оказывается весьма полезным не только для увлеченных физикой ребят, но и для тех, кому еще предстоит познакомиться с красотами науки. К сожалению, на уроках из-за дефицита времени не всегда удается детально разобрать и отработать применение этих способов. Поэтому на протяжении многих лет мы проводим занятия элективного курса «Оригинальные методы решения задач по физике». Некоторые из наших методических приемов изложены в авторских публикациях в журналах «Квант» и «Потенциал». Среди них можно выделить следующие: выбор удобной системы отсчета в задачах кинематики<sup>1</sup> и динамики<sup>2</sup>, использование системы отсчета, связанной с центром масс<sup>3</sup>, демонстрация эффективности энергетического подхода в задачах механики<sup>4</sup>, решение задач с помощью закона нечетных чисел<sup>5</sup> и графиков<sup>6</sup>. Большая часть этих приемов может быть использована только учащимися 9–11 классов. Однако существуют методы, способствующие более раннему знакомству школьников с «красивыми» способами решения задач. Остановимся только на двух из них.

• **Задачи с псевдорешением.** Что может побудить учащихся к решению сложной задачи, когда требуется приложить для этого значительные усилия? На наш взгляд, этой цели может служить необычность подхода к изученному ранее. В подобных ситуациях

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. Переход в другую систему отсчета в задачах кинематики / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2013. – № 3. – С. 38 – 45.

<sup>2</sup> Бондаров М.Н. Переход в другую систему отсчета в задачах динамики / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2013. – № 5. – С. 25 – 30.

<sup>3</sup> Бондаров М.Н. Использование системы отсчета, связанной с центром масс, в задачах на столкновение тел / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2013. – № 10. – С. 20 – 28.

<sup>4</sup> Бондаров М.Н. Об эффективности энергетических методов в механике / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2012. – № 12. – С. 40 – 45.

<sup>5</sup> Бондаров М.Н. Физический винегрет, или Сто дней до ЕГЭ / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2013. – № 2. – С. 32 – 38.

<sup>6</sup> Бондаров М.Н. Когда помогают графики / М.Н. Бондаров // Квант. – 2014. – № 1. – С. 47 – 51, 56.



методически удобно предложить учащимся найти ошибку в указанном им решении. Этот прием описан нами в статье «Задачи с псевдорешением»<sup>1</sup>.

Уже в начале изучения курса физики полезно дать возможность семиклассникам найти ошибку в приводимом ниже отрывке из книги В.А. Левшина «Магистр рассеянных наук»<sup>2</sup>.

«Купе было двухместное, но пассажиров в нем ехало трое: я, папа и дочка. Прелестная девочка! У нее еще такое красивое имя! Ее звали... Ах да, как ее звали? Впрочем, неважно. Буду называть ее Единичкой. Единичка, как и я, очень любит арифметику. Она только что перешла во второй класс, и у нее по всем предметам пятерки. Есть у Единички и недостатки – она очень капризна: то ей скучно, то ей жарко, то она хочет спать, то она хочет есть, а то ничего не хочет. При всем при том она умная и добрая девочка. Единичкиного папу звали... Как его звали? Это тоже неважно. Буду звать его Минусом, потому что он все время куда-то вычитался, то есть я хочу сказать, исчезал – то в тамбур, то в вагон-ресторан... Мы так и ехали в купе – втроем минус папа. Поезд еще только набирал скорость, а Единичка уже успела забраться наверх в багажник, два раза пробежать по коридору, заглянуть во все купе, попросить у проводника сухариков к чаю, затем снова усесться на место и внимательно рассмотреть мою бороду.

Потом она глубоко вздохнула и сказала:

– Ужасно скучно все время сидеть на одном месте.

Я стал думать, чем бы полезным ее занять, но она сама подсказала мне чем.

– Что же это, – развела руками Единичка, – так и будут мелькать в окошке одни телеграфные столбы?

– Столбы? – воскликнул я. – Это же превосходно! Единичка, ты даже не представляешь себе, что такое телеграфные столбы! Да еще когда они мелькают в окошке! Знаешь ли ты, что столбы умеют разговаривать?

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. Задачи с псевдорешениями / М.Н. Бондаров // Физика в школе. – 2007. – № 2. – С. 74 – 77.

<sup>2</sup> Левшин В.А. Магистр рассеянных наук: Математическая трилогия / В.А. Левшин. – М.: Дет. лит., 1987. – 430 с.



Единичка даже в ладоши захлопала:

– По-человечьи?

– Ну конечно, а то как же! – подтвердил я.

– И что же они могут сказать?

– Ну, например, с какой скоростью мчится наш поезд.

Я достал секундомер, положил его на откидной столик перед Единичкой и велел засечь время, как только я крикну: «Раз!»

Едва промелькнул очередной столб, я крикнул: «Раз!» – и стал считать следующие столбы. Когда прошла ровно минута, Единичка, как было заранее условлено, крикнула: «Стоп!» Именно в это мгновение мимо нас пролетел сорок восьмой столб.

– Вот и все! – сказал я. – Сейчас мы узнаем скорость поезда. Расстояние между столбами, как мне известно, одинаковое и равно пятидесяти метрам. И если я отсчитал сорок восемь столбов, то спрашивается: сколько же метров прошел поезд за одну минуту? Пиши, Единичка! Умножаем сорок восемь на пятьдесят – получаем две тысячи четыреста метров, или, иначе, два целых и четыре десятых километра. Это расстояние поезд прошел за минуту, стало быть, за час он пройдет в шестьдесят раз больше. Ну-ка, Единичка, умножь две целых и четыре десятых на шестьдесят. Сколько получается? Сто сорок четыре. Правильно. Значит, поезд идет со скоростью 144 километра в час. Настоящий экспресс! И кто это нам сказал? Телеграфные столбы. А ты говоришь – скучно.

– Теперь не скучно, – сказала Единичка (тут она тихонько хихикнула), – но... поезд идет медленней.

– Ты хочешь сказать, что я не умею перемножать числа? – обиделся я.

Но Единичке уже было не до меня. Мы въехали на длинный мост, и непоседа все время металась из купе в коридор и обратно: ей хотелось увидеть оба берега реки сразу!

Расстроенный нашей размолвкой, я прилег на диван, открыл увлекательнейшую книгу «Как производить точные вычисления» и незаметно заснул.

А когда проснулся... Впрочем, об этом я расскажу в следующей главе.»

Перейдем к более сложному примеру для старшеклассников. Учащимся старших классов хорошо известно, что выбор осей



координат в задачах с векторами может упростить ход решения, но на конечном результате сказаться не может. И вдруг оказывается, что в задаче по теме «Закон сохранения импульса» их ждет сюрприз<sup>1</sup>: «по гладкой наклонной плоскости с углом  $\alpha = 30^\circ$  при основании скользит ящик с песком массой  $M = 10$  кг. Когда в ящик попадает пуля массой  $m = 10$  г, летевшая горизонтально, он останавливается. Определите скорость  $u$  пули, если непосредственно перед попаданием скорость ящика была равна  $v = 0,2$  м/с.

Направив ось вдоль наклонной плоскости, получим

$$Mv - m \cos \alpha = 0.$$

Откуда

$$u = \frac{Mv}{m \cos \alpha} \approx 230 \text{ м/с.}$$

Если же ось направлена горизонтально, то

$$M \cos \alpha - m u = 0,$$

откуда

$$u = \frac{M \cos \alpha}{m} \approx 170 \text{ м/с}.$$

Противоречие!

Рассмотрев детально физические процессы, происходящие в момент попадания пули в ящик, заметим, что при этом резко возрастает сила реакции, действующая на ящик со стороны наклонной плоскости, поэтому импульсом этой силы даже при кратковременном воздействии пренебрегать нельзя. Зато можно выбрать ось, перпендикулярную силе реакции, т.е. вдоль наклонной плоскости. Тогда проекция импульса системы «пуля – ящик» на выбранное направление сохранится. Таким образом, верным оказывается первый способ решения задачи.

К похожим на задачи с псевдорешениями можно отнести задачи с избыточными данными.

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. Осторожно! Закон сохранения импульса / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2009. – № 1. – С. 36 – 43.

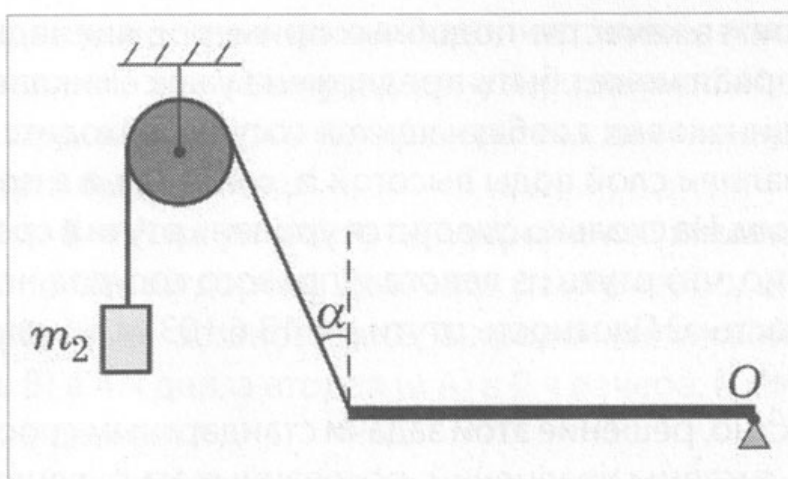


Рис. 1

Тяжелая балка массой  $m_1$  шарнирно закреплена на конце  $O$ . Балка удерживается горизонтально с помощью нити, прикрепленной к другому концу балки и перекинутой через неподвижный блок, как показано на Рис. 1. Нить образует с вертикалью угол  $\alpha$ . Определите реакцию шарнира, если масса  $m_2$  известна.

Начало решения этой задачи, как правило, не вызывает затруднений у учащихся. Действительно, школьники без труда замечают, что проекция силы натяжения на горизонтальную ось компенсируется проекцией силы реакции  $R_x$  на ту же ось. А вот дальше можно пойти двумя различными путями. Можно использовать правило моментов относительно центра масс балки или воспользоваться условием равновесия балки вдоль вертикальной оси. Расчеты приводят к разным ответам. Таким образом, данная задача оказалась переопределена, то есть заданные в условии величины противоречат друг другу. Подробный анализ можно найти в нашей публикации в журнале «Потенциал»<sup>1</sup>.

• **Задачи с изюминкой.** Редактор перевода книги Чарльза Тригга «Mathematical quickies» после ряда неудачных попыток найти русский эквивалент английскому слову Quickies остановился на «изюминке»<sup>2</sup>. В свою книгу автор включил задачи, которые можно решить трудоемкими методами, но с которыми удастся справиться в два счета.

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. О балках, бревнах и... храбром портняжке / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2009. – № 12. – С. 30 – 35.

<sup>2</sup> Тригг Ч. Задачи с изюминкой / Ч. Тригг. – М., «Мир», 1975. – 302 с.



Рассмотрим в качестве подобных примеров две задачи из нашей копилки. Первая может быть предложена уже семиклассникам:

В трех одинаковых сообщающихся сосудах находится ртуть. В левый сосуд налили слой воды высотой  $h_1 = 180$  мм, а в правый – высотой  $h_3 = 228$  мм. На сколько сместится уровень ртути в среднем сосуде, если известно, что ртуть из левого и правого сосудов не вытесняется водой полностью? Плотность ртути  $\rho = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_0 = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Как известно, решение этой задачи стандартным способом сводится к записи системы уравнений, основанных на равенстве давлений  $p_A$ ,  $p_B$  и  $p_C$  однородной жидкости в сообщающихся сосудах на одном уровне (Рис. 2). Оно достаточно громоздко<sup>1</sup>, и далеко не всем учащимся (даже выпускного класса) удастся успешно справиться с математическими преобразованиями и довести решение до верного ответа.

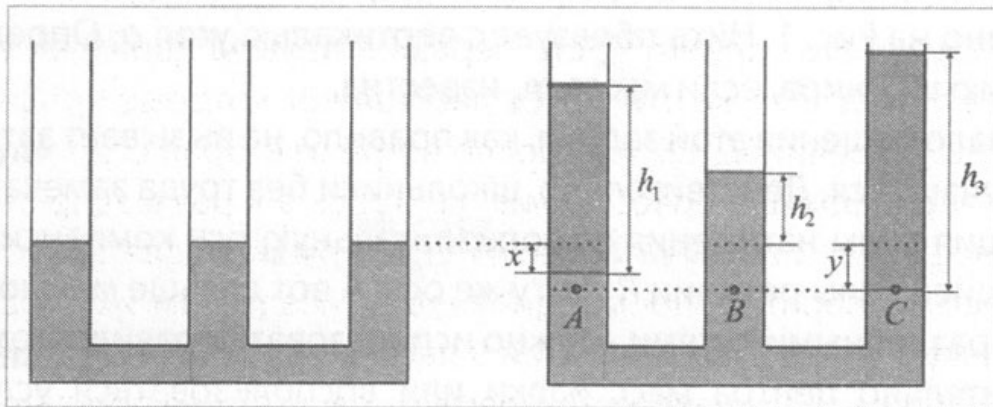


Рис. 2

Однако задачи на сообщающиеся сосуды можно решить иначе, практически без алгебраических выкладок – способом замены (доступным учащимся 7-х классов). Суть его в следующем: поскольку плотность ртути в 13,6 раз больше плотности воды, значит, столб ртути высотой  $H$  давит так же, как слой воды высотой  $h$ , если  $H = h/13,6$ . Тогда для получения верного ответа достаточно выполнить простые арифметические действия: сложить высоты двух столбов воды  $180$  мм +  $228$  мм =  $408$  мм, поделить этот результат на  $13,6$ , а затем еще раз на  $3$ , получив в итоге искомую высоту подъема ртути в среднем сосуде  $10$  мм.

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. Задача о сообщающихся сосудах, или Двадцать лет спустя / М.Н. Бондаров // Потенциал. – 2014. – № 3. – С. 26 – 34.





Наш методический опыт показывает, что очень полезно предложить для решения знаменитую задачу академика В.И. Арнольда<sup>1</sup>. Отметим, что она оказывается интересной как для пытливых 7-классников, так и для выпускников:

Из А в В и из В в А на рассвете одновременно вышли навстречу две старушки по одной дороге. Двигаясь равномерно, они встретились в полдень, но не остановились, а продолжили свой путь. Первая пришла (в В) в 4 ч дня, а вторая (в А) в 9 ч вечера. В котором часу был в этот день рассвет?

Существует несколько стандартных способов ее решения. Их можно условно разделить на два основных подхода: аналитический и графический. Заметим, что сам академик познакомился с задачей будучи пятиклассником, когда эти подходы ему еще не были знакомы. И все же мальчик решил задачу! Как? Понять его идею решения задачи о старушках помогают соображения подобия. Попробуем использовать этот прием. Пусть первая старушка движется в  $k$  раз быстрее второй. Так же относятся расстояния, которые прошли старушки до встречи:  $AC/CB = k$ . После встречи вторая старушка проходит в  $k$  раз большее расстояние, двигаясь в  $k$  раз медленнее, поэтому времена, которые потребуются старушкам для завершения путешествия обратно, пропорциональны квадратам их скоростей. Поскольку эти времена равны 4 и 9 часам, то отношение скоростей  $k = 3/2$ . Откуда сразу находится время от рассвета до полудня.

**2) Физика и юмор.** Известный методист В.М. Шейман в своей книге «Технология работы учителя физики»<sup>2</sup> отмечает, что «при планировании урока необходимо учитывать психологические особенности учащихся, перемежая изучение сложного материала моментами, когда необходимо снимать напряжение ребят, так называемые «смехоточки».

**3) Завершите анекдот.** Этот прием исключительно эффективен, поскольку не требует подготовки, зато способен разрядить обстановку и поднять настроение после напряженного труда.

<sup>1</sup> Бондаров М.Н. Еще раз о задаче академика В.И. Арнольда / М.Н. Бондаров, О.И. Бондарова // Физика. Первое сентября. – 2013. – № 4.

<sup>2</sup> Шейман В.М. Технология работы учителя физики. Из опыта работы / В.М. Шейман. – Москва, 1992. – 120 с.



**4) Подпись к рисунку.** Не менее интересна для ребят другая возможность проявить свои способности: сделать подписи к карикатурам физического содержания. В нашей копилке хранится большое количество карикатур художника А.В. Обухова из журнала «Потенциал». Авторские подписи мы удаляем, предоставляя возможность учащимся придумать свои тексты.

**5) Физические детективы.** Детективные истории с физическим содержанием можно найти в нашей коллекции в рубрике «Физические детективы»<sup>1</sup>. Приведем только одну историю, взятую нами из книги Г.Б. Анфилова «Бегство от удивлений»<sup>2</sup>. Задача школьников – найти разгадку, опираясь на знание физических закономерностей.

«На необитаемом острове поселились престарелый Джо (бравый моряк в отставке) и толстушка Кетти (его верная супруга). Джо построил уютный домик, промышлял рыбной ловлей, Кетти готовила пудинги и т.д. Все было бы хорошо, если бы не постоянные размолвки добрых супругов по поводу времени. У Джо был превосходный морской хронометр, у Кетти – не менее надежные кухонные ходики с маятником и кукушкой. И вот каждый день происходили диалоги:

- Эх, Джо! Твой хронометр опять отстал. Боюсь, пружина ослабла.
- Это твои ходики бегут невесть куда. За сутки на целую минуту!

В конце концов разногласия надоели. Джо отвез хронометр и ходики на материк. Отдал знакомому идеально честному часовщику, который почистил и смазал часы, а исправлять не стал: они оказались точными. Но на острове вновь начался разнобой. Опять ходики опережали хронометр. И Джо решил самостоятельно доискаться причины. Он сел за книги, обложился сочинениями Гюйгенса, Ньютона и, начитавшись, стал размышлять. У хронометра, – думал он, – баланс с пружинкой и период его колебаний не зависит от силы тяжести. А у ходиков – маятник, качания которого зависят от поля тяготения в данном пункте земной поверхности... Дойдя до этого места своих размышлений, Джо весело воскликнул:

- Ого! Дай-ка, женушка, лопату!

А получив лопату...»

<sup>1</sup> URL: <http://bond1958.narod.ru/detektiv/detektiv.html> (дата обращения 16.06.14).

<sup>2</sup> Анфилов Г.Б. Бегство от удивлений. Книга для юных любителей физики с философским складом ума / Г.Б. Анфилов. – Второе издание. – М.: Детская литература, 1974. – 288 с.