Элементы ТОГИС в структуре общего образования

А.Н. Дахин

Технология образования в глобальном информационном сообществе (ТОГИС) — практический инструмент для актуализации деятельностно-ценностной составляющей содержания образования [1]. Рынку образовательных услуг предложена технология проектного обучения, в которой преподаватель становится менеджером и экспертом деятельности всех участников образовательного процесса, а не только авторитетным носителем информации. Предлагаемая статья — предтеча объединения известных дидактических оснований с ТОГИС.

Рассмотрим задачу по физике высокого уровня сложности, которую можно разобрать с учащимися на традиционных уроках. Но дело не в самой задаче, а в методе исследования конкретной физической ситуации. Вместе с учащимися мы сделали всего один шаг навстречу умениям использовать сразу несколько носителей информации, которые помогли им использовать множество внутренних анализаторов конкретной проблемы. Этому способствовала специфика физического явления. Кроме того, задание соответствовало традиционным физическим задачам, предлагаемым на вступительных экзаменах в ведущие российские вузы. Таким образом, преемственность с педагогическими традициями была соблюдена, по крайней мере, в вопросе постановки проблемы исследования.

Изложение материала будем строить не в хронологической последовательности урока-практикума. Поясню, почему. Чтобы лучше понять суть используемых методов работы, преподавателю желательно видеть весь спектр возникающих познавательных проблем, которые он осмысливает в течение какого-то времени, готовясь к семинару. Для школьника эта работа остаётся «за кадром», но для учителя она очень важна, ибо помогает избежать неожиданностей на самом семинаре. Проектирование технологии обучения несколько облегчается, если преподаватель ясно представляет суть исследуемого явления и, основываясь на своём опыте, может предложить удачные ориентиры учащимся.

Задача 1. *На стержень длины **L**, вертикально стоящий на горизонтальном, гладком столе, нанизаны и закреплены три маленьких шарика так, что два из них находятся на концах, а третий в середине стержня. Найдите скорость V_1, с которой ударится верхний шарик о стол, если считать, что невесомый стержень первоначально покоился. Ускорение свободного падения **g**.*

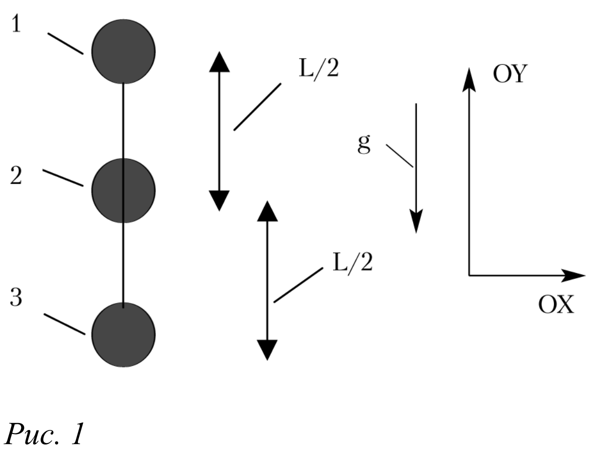


Рис. 1

Назовём совокупность шариков, нанизанных на стержень, системой. Все силы, действующие на систему (а это сила тяжести Mg и сила реакции о стол N), параллельны оси ординат *OY*. Здесь M=3m — масса системы. Обозначим результирующую силу

$$F = Mg + N \ .$$

Получим

$F_x=0$.

Значит, абсцисса центра тяжести системы останется неизменной в процессе всего движения, а так как центр тяжести совпадает с положением шарика **2**, то делаем вывод, что

$(\mathbf{V_2})_x=0$.

Далее из условия жёсткой связи следует, что проекции скоростей всех трёх шариков на ось их соединения должны совпадать, иначе они бы разошлись на расстояние, не равное $\boldsymbol{L}/2$. Воспользуемся этим выводом при описании поведения системы в момент падения на стол. В этом случае ось стержня расположена горизонтально и, как отмечено выше, все шарики имеют одинаковую проекцию скорости на неё. Но шарик **2** (центр тяжести) никогда и не имел проекции на ось абсцисс, следовательно, и два других шарика могут иметь скорости только в направлении OY.

Теперь чуть внимательнее посмотрим на движение шарика **3**. Предположим, что оно осуществлялось вдоль стола, следовательно, скорость V_3 может быть только горизонтальной. Строго обоснуем это чуть позже.

Делаем вывод, который следует из условия отсутствия у всех шариков проекций скоростей на ось OX в момент удара. Шарик **3** двигался только в горизонтальном направлении, значит, в момент падения стержня он стоит. Этот вывод поможет нам найти соотношение между скоростями $\mathbf{V_2}$ и $\mathbf{V_1}$. Фактически задача свелась к расчёту простой ситуации: точка **3** покоится, а точки **2** и **1** вращаются вокруг неё с определённой угловой скоростью. Значит, линейные скорости относятся так же, как радиусы вращения, т.е.

$\mathbf{R_1 : R_2 = V_1 : V_2}$.

Здесь мы обозначили $\mathbf{R_1} = L$ – расстояние от шарика **1** до шарика **3**, а $\mathbf{R_2}$ – соответственно от 2-го до 3-го. Следовательно,

$\mathbf{2V_2 = V_1}$.

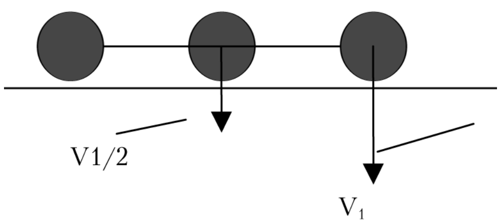


Рис. 2

Теперь можно воспользоваться законом сохранения механической энергии. Запишем полную энергию системы в начальный момент:

$$E = mgL + mgL/2 = \frac{3}{2}mgL \qquad (1)$$

Поясним, что до начала движения полная энергия состояла только из потенциальной энергии первого и второго шариков, а отсчитываем её от уровня стола, на котором проводится наш мысленный эксперимент. В момент удара о стол полная энергия есть сумма кинетических энергий каждого участника движения, у нас их три.

Итак,

$$E = \frac{1}{2} m \left(\frac{V_1}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{5}{8} m V_1^2 \qquad (2)$$

Приравняв выражения для полной энергии в начале движения и в момент удара, получим

$$\frac{3}{2} gL = \frac{5}{8} V_1^2,$$

следовательно,

$$V_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{3\,gL}{5}} \qquad (3)$$

Задача решена. Теперь обсудим ряд поучительных моментов. Сравним ускорение центра тяжести системы с **g**. Рассуждаем так. Воспользуемся теоремой о движении центра тяжести. Посчитаем результирующую силу **F**, действующую на систему, и разделим её на полную массу. Так мы найдём ускорение центра тяжести.

$$a_ц = \frac{Mg - N}{M} \qquad (4)$$

Если нам удастся доказать, что $a_ц < g$, то это будет означать, что шарик **3** не оторвался от стола и наше предположение о его движении оказалось верным.

Для обоснования неравенства $a_ц < g$ сделаем расчёт зависимости ускорения центра тяжести от его высоты **h**. Пусть скорость центра тяжести V.

$$a_ц = \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dh}\frac{dh}{dt} = V\frac{dV}{dh}$$

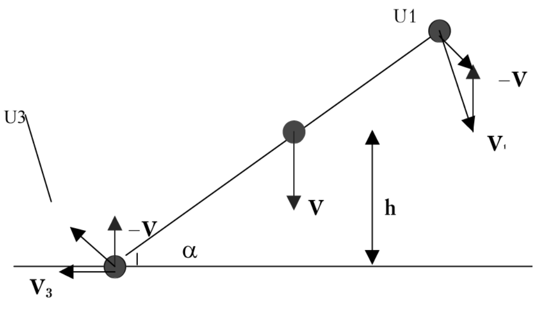


Рис. 3

Расчёт V(h) произведём из энергетических соображений.

На рис. 3 изображён стержень в промежуточном положении. Центр тяжести находится на высоте **h** от стола. Ось стержня наклонена к плоскости стола под углом α. Шарик **3** имеет скорость **V_3** , шарик **2 – V,** шарик **1 – V_1** . Спроектируем скорости **V** и **V_3** на ось стержня.

$V\sin\alpha = V_3\cos\alpha$

$$V_3 = V\frac{h}{\sqrt{(L/2)^2 - h^2}} = V\frac{x}{\sqrt{1-x^2}},$$

где $x = 2h/L = \sin\alpha$ — безразмерная переменная.

В системе центра тяжести шарики 1 и 3 имеют одинаковые по модулю линейные скорости, обозначим их U_1 и U_3 соответственно.

$U_3 = U_1 = V/\cos\alpha$

$$V_1^2 = V^2 + U_1^2 - 2VU_1\cos(\pi - \alpha) = V^2\frac{4-3x^2}{1-x^2}$$

Из закона сохранения механической энергии имеем

$$3mg(L/2 - h) = \frac{m}{2}V^2\left(\frac{4-3x^2}{1-x^2} + 1 + \frac{x^2}{1-x^2}\right)$$

Находим зависимость

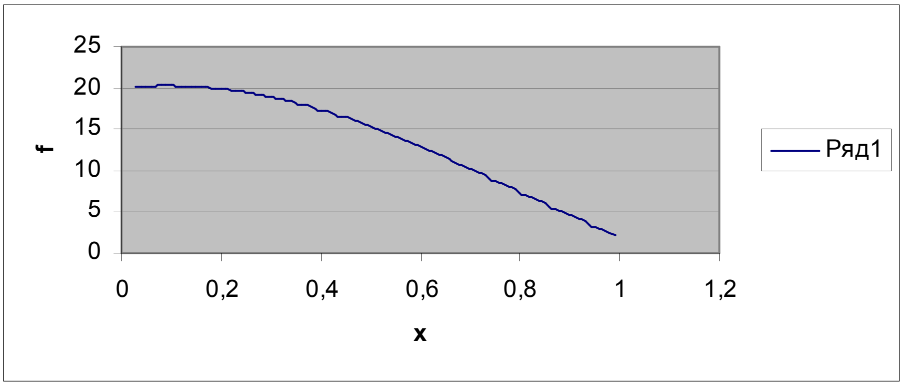
$$V(x) = \sqrt{gL/2}\sqrt{\frac{6(1-x)(1-x^2)}{5-3x^2}}$$

$$\alpha_ц = 3g\frac{-3x^4 + 12x^2 - 4x - 5}{(5-3x^2)^2}$$

Осталось доказать, что при x ¿ [0;1] верно неравенство

$$3\frac{-3x^4 + 12x^2 - 4x - 5}{(5-3x^2)^2} < 1$$

Это можно показать, во-первых, на компьютере численно. График представлен ниже.



Во-вторых, через несложные преобразования, которые приведём ниже.

Неравенство преобразуется к такому виду:

$$9x^4 - 33x^2 + 6x + 20 > 0$$

То, что функция $f(x) = 9x^4 - 33x^2 + 6x + 20$ положительна при $x \in [0;1]$, можно показать с помощью производных.

$$f'/6 = 6x^3 - 11x + 1$$
$$f''/6 = 18x^2 - 11$$

Вторая производная равна нулю на отрезке [0;1] в одной точке $x_1 = \sqrt{11/18}$, первая производная имеет в этой точке минимум.

Но $f'(0) > 0$ и $f'(1) < 0$, значит, существует единственная точка x_0 внутри [0;1], в которой $f'(x_0) = 0$. Нам не обязательно её находить, важно, что она одна. В этой точке функция $f(x)$ имеет максимум.

Кроме того, мы знаем знаки функции на границах промежутка

$f(0) > 0$ и $f(1) > 0$. Это и означает, что $f(x) > 0$ при $x \in [0;1]$.

А что будет, если описать движение шарика **2** как самостоятельный объект (он ведь «не знает», что является центром тяжести)? Произведём расстановку сил, приложенных к точке **2**. Ученики рисовали следующую картинку.

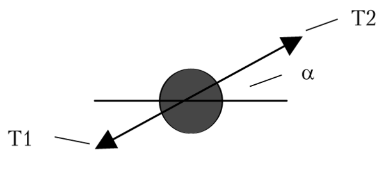


Рис. 4

Здесь силы реакции стержня направляем вдоль его оси. Но из такой расстановки сил сразу же следует вывод: в горизонтальном направлении центр тяжести не может сместиться за счет внутренних сил, а $\mathbf{T_1}$ и $\mathbf{T_2}$ являются для рассматриваемой системы именно внутренними. Значит,

$$T_1 \cos\alpha = T_2 \cos\alpha \, .$$

Откуда немедленно получаем, что $\mathbf{T_1} = \mathbf{T_2}$. Этот вывод влечёт за собой следующее противоречие. Проекции сил $\mathbf{T_1}$ и $\mathbf{T_2}$ на ось *OY* противоположны и результирующая сила совпадёт с **mg**, что приведёт к свободному падению центра тяжести. А мы уже установили в (4), что его ускорение будет несколько меньше, чем **g**. Где же ошибка в рассуждениях? В расстановке сил. Дело в том, что в нашем случае шарик и стержень связаны жёстко, поэтому и направление их взаимодействия может быть любым. Все вышеизложенные противоречия снимаются, если направления сил выбрать так, как показано на рис. 5.

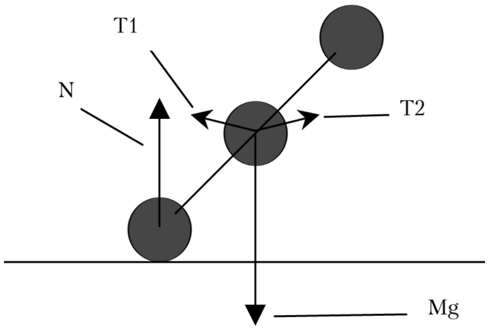


Рис. 5

Проекции сил $\mathbf{T}_1$ и $\mathbf{T}_2$ на ось абсцисс взаимообратны, а результирующая сила направлена вертикально вниз и меньше, чем **mg.**

Можно разобрать вопрос о правомерности использования закона сохранения энергии. Действительно, определённая тонкость в этом методе исследования есть. Вывод о сохранении полной механической энергии для материальной точки, движущейся в поле тяжести, основывался на утверждении, что центр тяжести испытывает ускорение **g**, т.е. совершает свободное падение [4]. А по теореме о кинетической энергии сразу же получалось, что

$$\Delta \mathbf{E}_{\text{кин}} = -\Delta \mathbf{U}_{\text{пот}} = \mathbf{mg\Delta h}.$$

В нашей задаче ситуация иная. Центр тяжести не совершает свободное падение, а имеет ускорение

$$a_{ц} = g_{эф},$$

т.е. двигается в некотором эффективном поле тяжести. Следовательно, для такого движения модуль изменения потенциальной энергии **MgΔh** не совпадёт с конечной кинетической энергией центра тяжести. Всё дело в том, что сила реакции **N** создаёт момент сил, который произведёт раскручивание системы. Но по теореме о движении центра тяжести мы знаем, что в целом систему можно описать как поступательное движение центра тяжести и вращательное движение в системе координат, связанной с центром тяжести. Сила **N** перераспределила полную механическую энергию на поступательную и вращательную составляющие. Сумма этих частей, конечно, равна исходной энергии **E** (ведь в нашей задаче нет сил трения или других каналов диссипации энергии). Действительно,

$$E_{пост} = 3m\left(\frac{V_1}{2}\right)^2/2 = 3m3\,gL/10 = \frac{9}{10}mgL\ .$$

При переходе в систему точки **2**, движущуюся со скоростью $V_1/2$, получаем скорости вращения в системе центра масс $V_{1ц}=V_{3ц}=V_1/2$, значит,

$$E_{вр} = 2m\left(\frac{V_1}{2}\right)^2 / 2 = 6\,mgL/10,$$

$$E = E_{пост} + E_{вр} = 15\,gL/10 = \frac{3}{2}\,mgL.$$

Это совпадает с (1).

Подведём итог исследования.

1) Правомерность использования закона сохранения механической энергии в данном случае обусловлена наличием только упругих взаимодействий.

2) Вывод о равенстве нулю скорости шарика **3** при падении системы следовал из двух независимых утверждений: а) $(V_2)_x=0$ в любой момент времени; б) проекции скоростей на ось стержня одинаковы.

3) При жёсткой связи тела со стержнем сила реакции последнего может иметь любое направление.

Дополнительные задания для самостоятельного исследования.

1. Сравнить ускорение шарика **1** с g.
2. Опишите характер движения шарика **3**.

Выделим основные умения и сведения, необходимые учащимся для успешного решения этой задачи, которые рекомендуем сообщить школьникам перед началом работы. Можно заранее определить примерные временные затраты на изучение и осмысление каждого пункта, а также удачные источники информации, имеющиеся в распоряжении данного коллектива. Хотя это, конечно, весьма субъективно.

• Точное понимание и быстрое применение закона сохранения механической энергии при движении материальной системы в поле тяжести при наличии упругих взаимодействий с другими телами.

• Теорема о движении центра масс сложной системы.

• Видеть и правильно оформлять математическими высказываниями имеющиеся кинематические связи исследуемой системы.

• Уметь расставлять силы взаимодействия тел при их «свободном» контакте, а также в случае «жёсткой» связи.

Вполне возможна детализация каждой из перечисленных позиций, но мы на этом не останавливаемся, так как одна из целей статьи — продемонстрировать способ построения измерителя успешности учебной деятельности. А для этого четырёх перечисленных пунктов вполне достаточно.

Оценим полное и правильное решение этой задачи в 100 баллов. Для каждой позиции установим своё количество баллов, исходя из общего мнения экспертов.

Таблица 1

Перечень знаний и умений	**Количество баллов**
Точное понимание и быстрое применение закона сохранения энергии при движении материальной системы в поле тяжести при наличии упругих взаимодействий с другими телами	К1=20
Теорема о движении центра масс сложной системы	К2=20
Видеть и правильно оформлять математическими высказываниями имеющиеся кинематические	К3=30

связи исследуемой системы	
Уметь расставлять силы взаимодействия тел при их «свободном» контакте, а также в случае «жёсткой» связи	К4=30

За каждое выполненное действие производится экспертная оценка в соответствии с установленной системой баллов. Эффективность применённой нами технологии можно оценить по среднему коэффициенту усвоения названных выше разделов курса физики. Если принять за коэффициент усвоения конкретным i-м учеником Ki= К1+К2+К3+К4, то

$$K_{cp} = \left(\frac{1}{N}\right) \Sigma\, Ki$$

, сумма берётся по всем учащимся, общее количество которых N. На наш взгляд, если $K_{cp} \geq 70$, то можно говорить об успешной образовательной деятельности. Напомню, что задача считается сложной и самостоятельно её решить смогут не многие российские школьники.

Наша технология обучения состоит из двух блоков — традиционного + ТОГИС. Такое разделение в чём-то условно и оправдано только в контексте этой статьи. Первый блок состоял из краткого объяснения учителем физических основ задачи. Его деятельность при этом развёртывалась в двух направлениях: 1) выявить сущность объекта изучения и 2) раскрыть учащимся суть самого метода объяснения. Это важно, ведь через какое-то время ребятам предстояло применить этот метод для работы в группах. Объяснение выступало как элемент деятельности в двух планах: во-первых, как процедура собственной познавательной деятельности, во-вторых, через восприятие объяснения других участников образовательного процесса происходило освоение нового материала. Таким образом, учащийся обращал метод объяснения на самого себя.

Традиционная часть занимает примерно половину учебного времени и содержит лекционное сообщение по теме, а также несколько практических занятий по формированию основных умений и навыков.

Далее идёт отработка устойчивых навыков и формирование умений исследования физических этюдов и фрагментов нестандартных ситуаций. О полной открытости информационных ресурсов говорить пока не приходится. Учитель сознательно их ограничил. Причина понятна — на первом этапе учащиеся просто не в состоянии сориентироваться во всей мировой Сети и «утонут» в ней, а перед нами стояла иная задача. Для знакомства с методами вполне достаточно заранее приготовленного открытого информационного пространства, каковым являются компьютерные обучающие программы, собственные конспекты учащихся и ненавязчивые консультации преподавателя.

Опишем учебные средства, использованные нами, которые в дальнейшем вполне могут быть заменены другими, более новыми.

Компакт-диск «TeachPro. Физика. Механика. 370 уроков». Процесс работы с этим CD-диском предельно прост и максимально приближен к индивидуальным занятиям с преподавателем. Ученик получает в лекционной форме краткие сведения, видит на экране демонстрации, а также графические иллюстрации и вывод формул. Курс лекций сопровождается подробным разбором решения большого количества задач (более 150 задач по механике).

Компакт-диск «Открытая физика 1.0 (часть 1)» (www.physicon.ru) содержит как традиционные физические задачи, так и компьютерные модели физических явлений, организованные в интерактивном режиме. Обучающиеся могут самостоятельно изменять условия физического эксперимента и наблюдать, а также объяснять происходящие изменения.

Компакт-диск «Открытый колледж. Выпуск 1» (www.college.ru) помогает закрепить основные физические сведения с помощью тестов трёх уровней сложности.

Работать с CD учащимся удобнее, чем в Интернете, по следующим причинам. Во-первых, не тратится время на загрузку файлов через сеть, которая иногда работает медленно. Во-вторых, время поиска необходимой информации на используемом носителе уменьшается — на диске информация размещена компактнее, так что «CD и размышляй».

В качестве подготовительной работы можно заготовить опорные вставки, используя «старое доброе» программированное обучение. Например, для лучшего осознания кинематических связей можно порекомендовать следующие разминочные задачи, которые удобно разобрать в форме беседы.

Задача 2

*Клин высотой **h** с углом наклона α стоит на гладкой горизонтальной плоскости. Масса клина **M**. С вершины клина начинает соскальзывать без трения брусок массой **m**. Найдите ускорение клина и время соскальзывания бруска.*

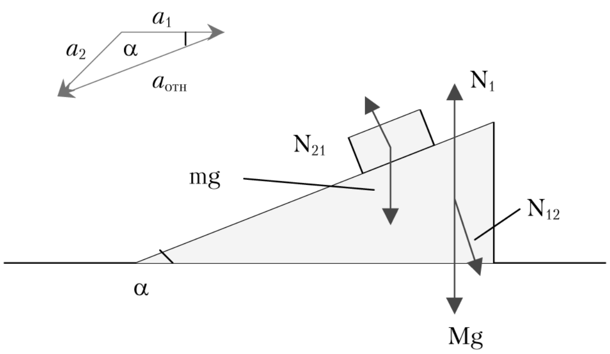


Рис. 6

Школьник: Начнём со второго закона Ньютона. Запишем его для клина в проекции на горизонтальное направление

$$N\sin\alpha = ma_1 \quad (2.1)$$

Учитель: Для бруска запишите закон в векторном виде. Дело в том, что выбор направления осей для бруска связан с решением вопроса о кинематической связи.

Школьник:

$$N_{21} + Mg = Ma_2 \quad (2.2)$$

Учитель: Кинематическая связь между ускорениями должна отражать тот факт, что в процессе движения брусок всё время остаётся на поверхности клина. Поэтому удобно перейти в систему отсчёта клина. В этой системе скорость бруска $V_{отн}$ и его ускорение $a_{отн}$ направлены вдоль клина. Тогда из закона сложения скоростей

$$V_2 = V_{отн} + V_1$$

получаем закон сложения ускорений

$$a_2 = a_{отн} + a_1 \quad (2.3)$$

Отсюда видно, что от неизвестных a_1, a_2 удобнее перейти к неизвестным a_1 и $a_{отн}$. Подставьте равенство (2.3) в уравнение (2.2) и спроецируйте это уравнение на направления: вдоль поверхности клина и перпендикулярное ей.

Школьник:

$$Mg\sin\alpha = M\left(a_{отн} - a_1\cos\alpha\right) \quad ;$$

$$N - mg\cos\alpha = -ma_1\sin\alpha \quad .$$

Решая эти уравнения с учётом (2.1), находим

$$a_1 = g\frac{m\sin\alpha\cos\alpha}{M + m\sin^2\alpha}$$

$$a_{отн} = g\frac{(m+M)\sin\alpha}{M+m\sin^2\alpha}$$

Время соскальзывания зависит только от $a_{отн}$, пройденный путь при этом равен $\frac{h}{\sin\alpha}$. Значит,

$$\frac{a_{отн}t^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha} \quad .$$

Отсюда

$$t = \sqrt{\frac{2h(M+m\sin^2\alpha)}{(M+m)\sin^2\alpha g}}$$

Учитель: Правильно. Перейдём к *задаче* **3**.

*Невесомый стержень длиной **L** с грузами массой **m** на концах соскальзывает по сторонам прямого двугранного угла. Найдите скорости грузов в тот момент, когда стержень составляет с горизонтом угол **α**. Трения нет. В начальный момент стержень находился в вертикальном положении.*

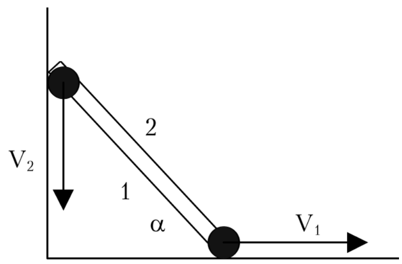


Рис. 7

Школьник: Пусть ордината второго груза

$$y = L\sin\alpha \quad ,$$

тогда по закону сохранения энергии

$$mg(L-y) = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \quad .$$

С кинематической связью я затрудняюсь.

Учитель: Раз расстояние между грузами остаётся постоянным, то в каждый момент скорость, с которой первый груз удаляется от второго, равна скорости, с которой второй груз приближается к первому. Иначе говоря, проекции скоростей грузов на стержень в любой момент времени одинаковы

$$V_1 \cos\alpha = V_2 \sin\alpha \quad .$$

Используя предыдущее равенство, находим скорости

$$V1 = \sqrt{2gL\sin^2\alpha(1-\sin\alpha)}$$

$$V2 = \sqrt{2gL\cos^2\alpha(1-\sin\alpha)}$$

Как Вы думаете, можно ли считать эти значения для скоростей окончательным ответом?

Школьник: Конечно, не вижу никаких ограничений.

Учитель: В задаче содержится поучительная тонкость. Этот ответ был бы безупречным, если бы второй груз не имел возможности оторваться от стенки, например, находясь на шарнирном закреплении. Однако в нашем случае при некотором угле произойдёт отрыв второго груза от вертикальной стенки, после чего найденные нами скорости будут неверными. Дело в том, что горизонтальная скорость первого шарика, в соответствии с найденным выражением, сначала возрастает до некоторого значения, а затем убывает. Это означает, что в какой-то момент времени внешняя горизонтальная сила реакции о стенку должна изменить направление. Таким образом, в тот момент, когда реакция стенки обратится в ноль, произойдёт отрыв второго шарика от стенки. Используя дифференцирование, найдите критический угол, после которого верхний шарик отойдёт от стенки.

Школьник:

$$dV1/dt = \sqrt{2gL\sin^2\alpha(1-\sin\alpha)}^{¿}$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{2gL}\,\frac{2\sin\alpha - 3\sin^2\alpha}{\sqrt{\sin^2\alpha - \sin^3\alpha}} = 0$$

$$\sin\alpha_{кр} = 2/3$$

Учитель: При угле $\alpha_{кр}$ и произойдёт отрыв стержня от стенки.

Вот и всё. Осталось подвести итоги. Наш подход приводит к постепенному изменению роли преподавателя: от вперёдсмотрящего, всезнающего руководителя к равноправному участнику коллективных исследований. Иными словами, к отказу от патернализма как доминирующего принципа построения образовательного процесса.

Это проявляется в свободном выборе каждым учащимся метода исследования задачи и собственной постановке локальных целей обучения. Таким образом, в какой-то мере решается парадокс: признание субъективности ученика и утаивание целеполагания. В ТОГИС цели ставятся на весь блок уроков и с самого начала ясно изложены ученику [1, с. 28]. Кому-то удобнее разобраться с материалом на основе смоделированного на компьютере физического явления и «руками» ощутить все существующие закономерности. И только затем, обобщив увиденное, сделать собственный вывод, сравнить его с материалом учебника или обсудить предположения с учителем. Кто-то начнёт с изучения теории. Кроме того, между школьниками возможен диалог и обмен мнениями, конструктивная полемика и даже обмен личностным смыслом полученных сведений. Условия для совместного «проживания» процесса исследования созданы всем его участникам.

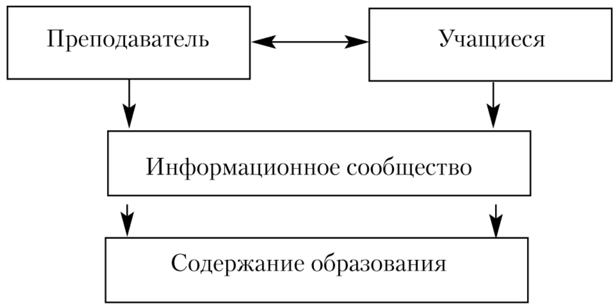


Рис. 8. Схема взаимодействия участников образовательного процесса, использующих ТОГИС

В ходе семинаров мы наблюдали взаимопереходы физической (предметной) и процессуальной сторон знания. Это проявлялось в том, что предметные знания выступали сначала в качестве объекта познания и сразу переходили в способы познания, ибо развёртывались в процессах, представляющих (презентующих) учащемуся объективную действительность. Теоретические знания, добытые учеником из анализа проблемной ситуации, мгновенно применялись для её исследования. А некоторые теоретические выводы были весьма нетривиальны. Справедливости ради признаюсь, что сам был замечен в долгом обдумывании ответов. Узкопредметное знание, используемое нами для объяснения сущности физических явлений и теоретического осмысления, само становилось предметом объяснения (см. табл. 1). Важным моментом стал переход от простого, иногда интуитивного использования метода обучения (исследования) к эксплицитному определению его. Метод, полученный таким способом, забыть нельзя. По отношению к педагогу методы выступали как предмет усвоения и как дидактическое средство эффективного управления образовательным процессом.

Как видим, решая одну задачу, учащиеся глубоко вникают практически во все разделы динамики. Нам, конечно же, хотелось сравнить качество знаний на основе традиционных тестов и типовых задач. Количество допущенных ошибок было значительно меньше, законы физики «ожили» перед глазами ребёнка, ведь он сам был участником физических явлений: иногда виртуально, через компьютерную модель, чаще реально — в жарком теоретическом споре с товарищем, с нетерпением ожидая компетентного вердикта преподавателя.

Если сведения социального опыта, представленные в содержании образования, берутся вне контекста культуры, в котором они получены, т.е. лишённые «следов человеческой деятельности, которая их выработала» (Г.С. Батищев), то возникает опасность отчуждения ребёнка от такого опыта. С помощью ТОГИС удаётся преодолеть традиционную проблему моделирования содержания образования, которое часто анонимно, почти неизменно в течение определённого исторического периода развития образования, хотя и изоморфно социальному опыту, но индифферентно к личности, получено кем-то и когда-то. Содержание обучения в ТОГИС личностно ориентировано, эмоционально окрашено, проходит стадии аффективных трансформаций у всех участников почти интимного процесса образования, развёртывается «здесь и сейчас» [3].

В данной ситуации у педагога хватило квалификации заранее подготовить ответы на все возникшие вопросы. Однако в дальнейшем мы будем учиться исследовать сложные явления. Например, под каким углом надо установить ствол пушки, чтобы дальность полёта снаряда была максимальной (учесть трение о воздух)? Думаю, что даже качественно трудно определить, будет этот угол больше или меньше 45 градусов.

В этой статье мы представили опыт применения элементов открытого образования в средней школе, думаю, это пригодится учащимся в дальнейшей профессиональной деятельности. С открытым образованием связан интересный парадокс — оно отстояло своё право на существование, но не может дать определение самому себе (Shale D.G.). Научное обоснование этой категории ещё ждёт своего часа. Но некоторые разъяснения можно привести в виде интерпретации термина «открытое образование», используемого в разных контекстах [5].

1. Открытое — доступное. Обучение начинается с любого уровня готовности студента, без отрыва от основной работы.

2. Открытое — свободное для выбора условий обучения. Образование встроено в саму структуру профессиональной деятельности.

3. Открытое в территориальном смысле. Построено на широкомасштабных в географическом отношении образовательных сетях.

4. Открытое — самоорганизующееся и саморазвивающееся. Ориентировано на изменение внешних потребностей, условий, запросов, социокультурной ситуации.

5. Открытое в личностном смысле. Учитывает индивидуальные возможности студентов и пристрастия своих клиентов к той или иной субкультуре.

6. Открытое в коммуникативном смысле. Построено на основе коммуникаций между всеми субъектами образовательной системы.

7. Открытое — вариативное по формам взаимодействия. Допускает гибкое сочетание разнообразных форм обучения и общения.

8. Открытое в смысле выбора «траектории» развития. Создаёт условия для самоактуализации участников образования благодаря выбору пути развития.

Литература

1. Материалы по образовательной технологии ТОГИС / Сб. статей под общей редакцией В.В. Гузеева. М.: Народное образование, 2002. (Серия «Системные основания образовательной технологии»).

2. *Гузеев В.В.* К формализации дидактики: системный классификатор организационных форм обучения (уроков) // Школьные технологии. 2002. № 4. С. 49–57.

3. *Сенько Ю.В*. Гуманитарные основы педагогического образования: Курс лекций: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2000.

4. *Джанколи Д.* Физика: В 2 т. Т.1: Пер. с англ. М.: Мир, 1989.

5. *Щенников С.А.* Открытое дистанционное образование. М.: Наука, 2002.

6. *Shale D.G.* Toward a reconceptualization of distance education // Amer. J. Distance Education. 1988. Vol. 2. № 3. P. 25–35.