

УДК 378

КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАК СРЕДСТВО ОСВОЕНИЯ УЧИТЕЛЯМИ ФИЗИКИ НОВЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Т. В. Зульф리카рова, С. Е. Зюзин, Л. И. Матвеева

Борисоглебский филиал Воронежского государственного университета

Поступила в редакцию 25 мая 2017 г.

Аннотация: в данной работе рассматривается опыт организации курсов повышения квалификации и переподготовки учителей физики в Борисоглебском филиале ВГУ. Отмечена необходимость формирования профессиональных компетенций, позволяющих учителю работать с одаренными учащимися, в частности, готовить их к участию в физических олимпиадах. Приведена система нестандартных заданий по механике для использования в рамках практикума по решению задач.

Ключевые слова: профессиональный стандарт педагога; профессиональные компетенции будущего учителя физики, олимпиадные задачи по механике.

Abstract: this paper examines the experience of organization of refresher and retraining courses of physics teachers in Borisoglebsk branch of Voronezh State University. Furthermore it notes the necessity of formation of professional competencies that allow the teacher to work with gifted students, in particular, to prepare them for physics olympiad. The system of non-standard mechanics problems to use during the workshop is given.

Key words: professional standard of the teacher, professional competence of the future physics teacher, olympiad problems in mechanics.

С 1 января 2017 г. вступил в силу профессиональный стандарт педагога, утвержденный Министерством труда 18 октября 2013 г. [1]. По сравнению с ранее действующим стандартом он содержит ряд принципиально новых требований к квалификации учителя и содержанию его трудовой деятельности.

В соответствии с новыми образовательными стандартами общего образования на педагога (учителя) возлагается комплекс задач, связанных с обучением, воспитанием и развитием личности обучающегося. Принципиально новым является, например, то, что современный учитель должен уметь «использовать и апробировать специальные подходы к обучению в целях включения в образовательный процесс всех обучающихся, в том числе с особыми потребностями в образовании», в частности, «обучающихся, проявивших выдающиеся способности». В связи с этим отметим, что перечень трудовых действий учителя математики включает «содействие в подготовке обучающихся к участию в математических олимпиадах, конкурсах, исследовательских проектах» и др., а предметная компетентность подразумевает умение «решать задачи... олимпиад (включая новые

задачи регионального этапа всероссийской олимпиады)».

Профессиональный стандарт является рамочным документом, и в нем не прописаны трудовые действия учителей, реализующих программы всех школьных предметов, однако не приходится сомневаться, что к ним будут предъявляться аналогичные требования.

В феврале 2015 г. на сайте Министерства образования и науки было опубликовано содержание профессионального стандарта с комментариями и приложениями [2]. В концептуальной части документа было отмечено, что вступление в силу нового профессионального стандарта педагога «должно неизбежно повлечь за собой изменение стандартов его подготовки и переподготовки в высшей школе и в центрах повышения квалификации».

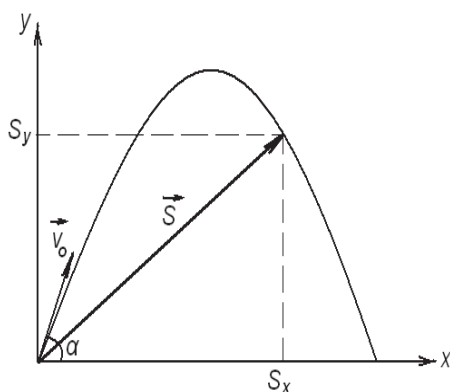
Таким образом, предполагается, что освоение уже работающим педагогом новых профессиональных компетенций должно быть обеспечено существующей системой повышения квалификации педагогических кадров.

В Борисоглебском филиале Воронежского государственного университета в течение четырех лет реализуются программы повышения квалификации учителей математики и физики [3]. В связи с требованиями нового профессионального стан-

дарт педагога в программы повышения квалификации и переподготовки учителей физики введен практикум по решению задач.

В данной статье приводится пример системы задач, которую можно предложить слушателям курсов на практических занятиях. Это задачи повышенной трудности из раздела «Механика» [5–7].

Задача 1. С поверхности земли под углом к горизонту бросили тело, включили секундомер и датчик расстояния, расположенный в точке бросания. Измерения секундомера показали, что расстояние от датчика до тела уменьшалось в течение 0,4 с, при этом время полета составило 2,4 с. Что показал датчик в момент приземления тела? Точки броска и приземления находились на одном горизонтальном уровне. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Решение. Датчик расстояния измеряет модуль перемещения тела $S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$, которое движется вдоль баллистической траектории. Используя проекции перемещения тела на координатные оси $S_x = v_0 \cos \alpha t$, $S_y = v_0 \sin \alpha t - gt^2/2$, получим

$$S = \sqrt{(v_0 \cos \alpha t)^2 + (v_0 \sin \alpha t - gt^2/2)^2} = t \sqrt{v_0^2 - v_0 \sin \alpha gt + 0,25g^2 t^2}.$$

Упростим полученное уравнение, для этого вычислим проекцию начальной скорости тела $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$. Проекция перемещения тела на ось y в момент падения равна нулю ($S_y = v_0 \sin \alpha \cdot t - gt^2/2 = 0$), откуда

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} = \frac{10 \cdot 2,4}{2} = 12 \text{ м/с}.$$

Тогда $S = t \sqrt{v_0^2 - 120t + 25t^2}$.

Большую часть времени тело удаляется от места бросания, и только малую часть времени

сближается с начальной точкой. Для определения моментов начала и конца сближения тела с исходной точкой решим задачу по определению экстремальных значений перемещения:

$$S' = \sqrt{v_0^2 - 120t + 25t^2} + t \frac{-120 + 50t}{\sqrt{v_0^2 - 120t + 25t^2}} = 0;$$

или

$$75t^2 - 240t + v_0^2 = 0.$$

Корнями квадратного уравнения будут моменты начала и конца сближения тела с исходной точкой:

$$t_{1,2} = \frac{240 \pm \sqrt{240^2 - 300v_0^2}}{150}.$$

Время сближения тела с датчиком расстояния

$$t_1 - t_2 = \frac{2\sqrt{240^2 - 300v_0^2}}{150} = 0,4 \text{ с},$$

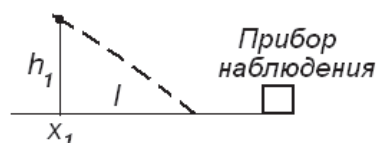
откуда $v_0 = 13,75 \text{ м/с}$,

$$\sin \alpha = 0,873, \cos \alpha = 0,488.$$

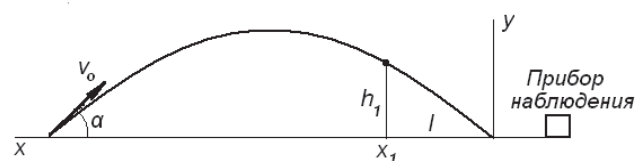
В момент приземления тела датчик показывает наибольшую дальность полета

$$S_{x \max} = v_0 \cos \alpha t = 13,75 \cdot 0,488 \cdot 2,4 \approx 16 \text{ м}.$$

Задача 2. Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655 \text{ м}$ над Землей. Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии $l = 1700 \text{ м}$ от места его обнаружения. Чему равнялось время полета снаряда от пушки до места взрыва, если они находились на одной горизонтали? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Решение. Представим полную траекторию движения снаряда и отметим место начала наблюдения. При отсутствии трения снаряда о воздух его движение является обратимым, следовательно, если выстрелить снаряд из точки приземления, то через $t_1 = 3 \text{ с}$ его координаты станут равными $x_1 = l = 1700 \text{ м}$, $y_1 = h_1 = 1655 \text{ м}$.



Воспользуемся уравнениями кинематики баллистического движения:

$$\begin{aligned} x_1 &= v_o \cos \alpha t_1, & v_o &= x_1 / (\cos \alpha t_1); \\ y_1 &= v_o \sin \alpha t_1 - 0,5gt_1^2, \\ v_o &= (y_1 + 0,5gt_1^2) / (\sin \alpha t_1). \end{aligned}$$

Решая полученную систему уравнений, определим угол выстрела и начальную скорость снаряда:

$$\begin{aligned} x_1 / (\cos \alpha t_1) &= (y_1 + 0,5gt_1^2) / (\sin \alpha t_1); \\ tg \alpha &= (y_1 + 0,5gt_1^2) / x_1 = (1655 + 5 \cdot 9) / 1700 = 1; \\ \alpha &= 45^\circ; \\ v_o &= 1700 / (\cos 45^\circ \cdot 3) = 800 \frac{m}{c}. \end{aligned}$$

Определим время полета снаряда, учитывая, что в точке приземления координата $y = 0$:

$$\begin{aligned} y &= v_o \sin \alpha t - 0,5gt^2 = 0, \\ t &= (v_o \sin \alpha) / (0,5g) = 800 \cdot \frac{0,707}{5} \approx 113 \text{ с}. \end{aligned}$$

Задача 3. Какую минимальную скорость должен иметь брошенный мальчиком камень, чтобы он перелетел дом высоты H и длины L , если бросок совершается с высоты h и для броска мальчик может выбрать любое место?

Решение. Для того, чтобы камень перелетел дом, он должен обладать достаточной механической энергией (кинетической энергией):

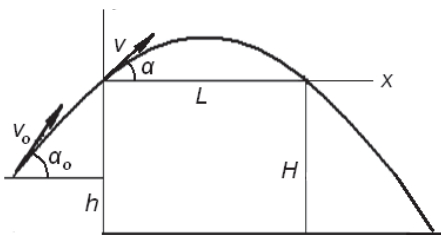
$$E_o = E_{к0} = 0,5mv_o^2,$$

на высоте дома часть кинетической энергии перешла в потенциальную:

$$E = E_k + E_p = 0,5mv^2 + mg(H - h).$$

Пренебрегаем трением камня о воздух, тогда согласно закону сохранения энергии ($E_o = E$) получим:

$$\begin{aligned} 0,5mv_o^2 &= 0,5mv^2 + mg(H - h), \\ v_o^2 &= v^2 + 2g(H - h). \end{aligned}$$



Для определения минимальной скорости камня v_o необходимо найти наименьшую скорость v ,

при которой камень перелетит дом. Свяжем систему отсчета с углом дома, тогда перемещения камня на уровне крыши будут:

$$\begin{aligned} S_y = 0 &= v \sin \alpha t - 0,5gt^2, \text{ отсюда} \\ t &= 2v \sin \alpha / g, \\ S_x = L &= v \cos \alpha t = v \cos \alpha \cdot 2v \sin \alpha / g = \\ &= v^2 \sin 2\alpha / g. \end{aligned}$$

Отсюда видно, что наименьшая скорость v соответствует условию:

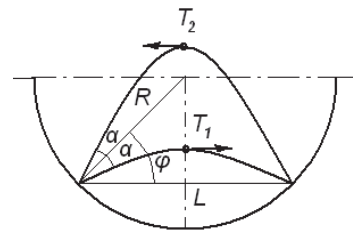
$$v^2 = Lg / \sin 2\alpha = Lg, \text{ где } \sin 2\alpha = 1.$$

Тогда минимальная начальная скорость бросания составит:

$$v_o = \sqrt{Lg + 2g(H - h)}.$$

Задача 4. В сферической лунке прыгает шарик, упруго ударяясь о ее стенки в двух точках, расположенных на одной горизонтали. Промежуток времени между ударами при движении шарика слева направо всегда равен T_1 , а при движении справа налево – $T_2 > T_1$. Определить радиус лунки.

Решение. При упругом ударе шарика о стенки лунки углы падения и отражения равны. Обозначим их α и отложим от нормали к поверхности (радиального направления). Угол φ наклона радиуса к горизонту в месте падения и угол падения α определим из уравнений кинематики баллистического движения.



При прямом и обратном движениях дальности полета шарика одинаковы:

$$\begin{aligned} L &= v^2 \sin 2(\varphi - \alpha) / g; \\ L &= v^2 \sin 2(\varphi + \alpha) / g. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Отсюда } \sin 2(\varphi - \alpha) &= \sin 2(\varphi + \alpha), \\ \sin 2\varphi \cos 2\alpha - \cos 2\varphi \sin 2\alpha &= \\ &= \sin 2\varphi \cos 2\alpha + \cos 2\varphi \sin 2\alpha, \\ 2\cos 2\varphi \sin 2\alpha &= 0. \end{aligned}$$

Угол падения $\alpha \neq 0^\circ$ и не может обращать $\sin 2\alpha$ в ноль ($\sin 2\alpha \neq 0$), поэтому приходим к выводу, что $\cos 2\varphi = 0$, следовательно, $\varphi = 45^\circ$.

Перемещения шарика в горизонтальном направлении равны:

$$S_x = L = v \cos(\varphi - \alpha) T_1;$$

$$S_x = L = v \cos(\varphi + \alpha) T_2.$$

Из равенства $v \cos(\varphi - \alpha) T_1 = v \cos(\varphi + \alpha) T_2$ следует, что

$$(\cos\varphi \cos\alpha + \sin\varphi \sin\alpha)T_1 =$$

$$= (\cos\varphi \cos\alpha - \sin\varphi \sin\alpha)T_2,$$

$$\cos\varphi \cos\alpha(T_2 - T_1) = \sin\varphi \sin\alpha(T_2 + T_1),$$

$$tg\alpha = \frac{(T_2 - T_1)}{(T_2 + T_1)}.$$

Рассмотрим движение шарика слева направо между ударами о желоб.

$$S_x = L = v \cos(\varphi - \alpha) T_1, \quad \text{где}$$

$$L = 2R \cos\varphi = R\sqrt{2},$$

$$S_y = 0 = v \sin(\varphi - \alpha) T_1 - gT_1^2/2.$$

Выразим скорость шарика из одного уравнения и подставим во второе:

$$v = \frac{gT_1}{2\sin(\varphi - \alpha)},$$

$$R\sqrt{2} = \frac{gT_1}{2\sin(\varphi - \alpha)} \cos(\varphi - \alpha) T_1 =$$

$$= \frac{gT_1^2 \cos\varphi \cos\alpha + \sin\varphi \sin\alpha}{2 \sin\varphi \cos\alpha - \cos\varphi \sin\alpha} = \frac{gT_1^2 (1 + tg\alpha)}{2 (1 - tg\alpha)},$$

$$R = \frac{gT_1^2 T_2}{2\sqrt{2} T_1} = \frac{gT_1 T_2}{2\sqrt{2}}.$$

Задачи подобраны так, чтобы подчеркнуть необходимость применения математических методов для решения задач по физике. Разумеется, решать подобные задачи в классе в условиях сокращения количества часов на изучение фи-

зики не представляется возможным. Однако любой учитель должен быть готов помочь учащимся, проявляющим интерес к физике, подготовиться к сдаче единого государственного экзамена или к участию в олимпиаде по физике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании)». – Режим доступа: www.gosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/129/PS_pedagog.doc
2. Профессиональный стандарт педагога (проект). – Режим доступа: http://минобрнауки.рф/documents/3071/file/1734/12.02.15-Профстандарт_педагога_%28проект%29.pdf
3. Матвеева Л. И. Реализация принципов андрагогики при обучении учителей на курсах повышения квалификации в Борисоглебском филиале ВГУ / Л. И. Матвеева, М. И. Немытова // Актуальные проблемы профессионального образования : цели, задачи и перспективы развития : материалы 13-й всерос. науч.-практ. конф. – Воронеж : Научная книга, 2015. – С. 104–108.
4. Матвеева Л. И. Курсы переподготовки учителей математики как часть современной системы повышения квалификации / Л. И. Матвеева, М. И. Немытова // Актуальные проблемы профессионального образования : цели, задачи и перспективы развития : материалы 14-й всерос. науч.-практ. конф. – Воронеж : Научная книга, 2016. – С. 252–259.
5. Задачи по физике : учеб. пособие / И. И. Воробьев, П. И. Зубков, Г. А. Кутузова [и др.] ; под ред. О. Я. Савченко. – 2-е изд., перераб. – М. : Наука, 1988.
6. Сборник олимпиадных задач по физике : учеб. пособие / К. Б. Коротченко, Н. С. Кравченко, Ю. Б. Моржикова [и др.] ; под ред. Н.С. Кравченко ; Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 142 с.
7. Открытый банк заданий ЕГЭ по физике. – Режим доступа: <http://www.fipi.ru>

Борисоглебский филиал Воронежского государственного университета
 Зулфикарова Т. В., кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания
 E-mail: tzulfikarova@mail.ru

Borisoglebsk Branch of Voronezh State University
 Zulfikarova T. V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Applied Mathematics, Information Science, Physics and Teaching Technologies Department
 E-mail: tzulfikarova@mail.ru

Зюзин С. Е., кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета физико-математического и естественно-научного образования

E-mail: 151019721@rambler.ru

Матвеева Л. И., кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

E-mail: matveevali2@gmail.com

Zuzin S. E., PhD in Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Dean of Physics, Mathematics and Natural Sciences Department

E-mail: 151019721@rambler.ru

Matveeva L. I., PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Applied Mathematics, Information Science, Physics and Teaching Technologies Department

E-mail: matveevali2@gmail.com