

КИКТЕВ С.В.

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 9 И 10 КЛАССОВ
«ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЫЖКОВ
В ДЛИНУ
И ПРОВЕРКА ПРОГНОЗА
НА ОПЫТЕ»**

ВВЕДЕНИЕ

Учебный материал о движении тела, брошенного под углом к горизонту, является одним из наиболее сложных и, в то же время, важных в разделе «Механика» курса физики общеобразовательной школы. Задания по этому учебному материалу предлагаются обучающимся основной средней школы на экзамене ГИА по физике в 9-м классе и обучающимся полной средней школы на экзамене ЕГЭ по физике в 11 классе. Однако учебного времени, отводимого различными имеющимися программами по физике на изучение данного учебного материала, явно недостаточно для всестороннего и глубокого его освоения.

Как показывает наш опыт работы, значительную и действенную помощь в решении этой проблемы может оказать предоставление школьникам возможности применить теоретические знания о движении тела, брошенного под углом к горизонту, на практике. В этом случае происходит своеобразное смещение мотива на цель, то есть, пытаясь достичь практической цели, обучающиеся в ходе ее достижения глубоко, всесторонне и с неоднократными повторениями осваивают непростой теоретический материал о движении тела, брошенного под углом к горизонту. Мотивация является достаточно высокой еще и потому, что в предлагаемом нами случае «телом», брошенным под углом к горизонту, являются сами обучающиеся, а выполняемые расчеты, кроме достижения практической цели, приводят к самопознанию, к уточнению и постижению своих спортивных возможностей. Как же это происходит?

Мы предлагаем школьникам 9-х и/или 10-х классов, изучающим механику, выполнить исследовательскую работу «Прогнозирование результатов прыжков в длину и проверка прогноза на опыте». Работа выполняется на школьном стадионе с использованием ямы для прыжков в длину. Для удобства наблюдений и измерений в состав бригады целесообразно включить четырех учащихся (вместе с прыгуном). На выполнение практической части работы в среднем требуется один двоянный урок, поэтому обучающиеся выполняют эту работу "по желанию" во внеурочное время.

1. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Перед выполнением собственно исследования (практической части работы) учитель проводит с обучающимися **подготовку** к выполнению работы: дети совместно с учителем формулируют **цель** работы, обсуждают необходимое **оборудование** и **теоретическую основу** выполнения работы.

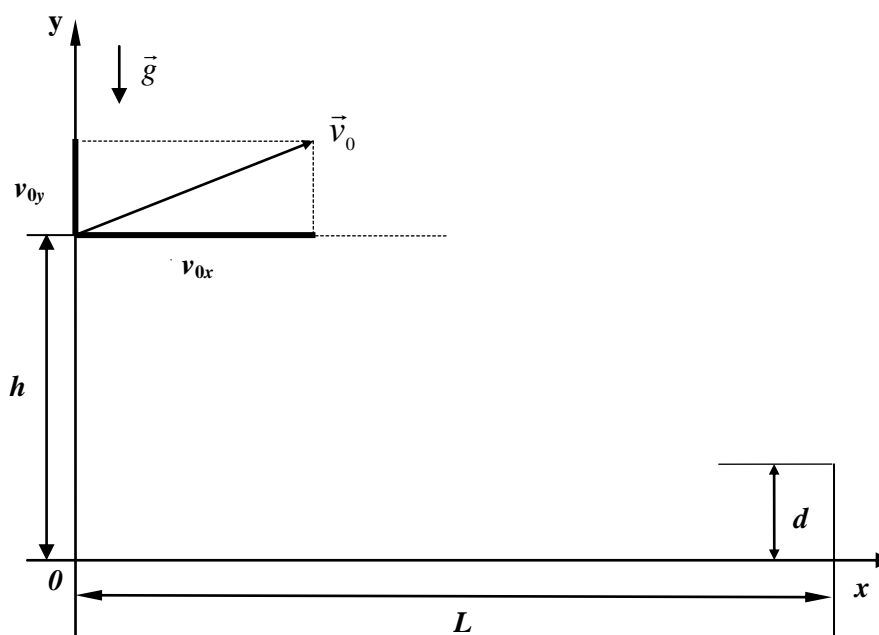
Цель работы: используя знание законов движения тела, брошенного под углом к горизонту, рассчитать теоретически возможную дальность прыжка в длину одного из учащихся - юношей и проверить выполненный расчет на практике.

Приборы и материалы.

1. Секундомер.
2. Рулетка измерительная.
3. Метровая линейка.

Теоретическая часть.

Учащимся предлагается рассмотреть движение центра масс прыгуна (центр масс находится примерно на 10 см выше пупка) как движение материальной точки, брошенной под углом к горизонту с некоторой высоты h и заканчивающей движение на высоте $d < h$ над поверхностью Земли (см. рисунок).



Давая учащимся возможность проявить максимум самостоятельности в решении задачи по нахождению горизонтального перемещения центра масс прыгуна, учителю следует умелой и своевременной постановкой вопросов помочь детям осуществить:

- 1) целесообразный выбор системы отсчета для решения задачи, например:
 - тело отсчета - Земля,
 - система координат - двумерная, xOy , ось Oy направлена вертикально вверх, ось Ox направлена горизонтально в сторону движения прыгуна, начало координат - на поверхности Земли под центром масс прыгуна в момент толчка,

- $t = 0$ в момент толчка;
- 2) выполнение чертежа, примерный вид которого приведен на рисунке;
- 3) запись уравнений движения центра масс прыгуна вдоль осей координат:

$$L = v_{0x}\tau \quad (1)$$

$$d = h + v_{0y}\tau - \frac{g\tau^2}{2} \quad (2)$$

Здесь τ – это продолжительность прыжка, иначе – время нахождения прыгуна в воздухе от момента толчка до момента приземления;

- 4) решение системы уравнений (1) – (2) относительно L :
из (2) следует

$$\tau^2 - \frac{2v_{0y}}{g} \cdot \tau - \frac{2(h-d)}{g} = 0,$$

и, так как $\tau > 0$, то

$$\tau = \frac{v_{0y}}{g} + \sqrt{\left(\frac{v_{0y}}{g}\right)^2 + \frac{2(h-d)}{g}} \quad \text{и, подставляя в (1), получим:}$$

$$L = v_{0x} \left(\frac{v_{0y}}{g} + \sqrt{\left(\frac{v_{0y}}{g}\right)^2 + \frac{2(h-d)}{g}} \right) \quad (3)$$

Здесь следует пояснить учащимся, что в качестве v_{0x} надо воспользоваться максимальной скоростью бега прыгуна, а чтобы найти v_{0y} , необходимо измерить наибольшую высоту прыжка с места H и воспользоваться формулой

$$v_{0y} = \sqrt{2gH} \quad (4)$$

с учетом которой (3) принимает вид:

$$L = v_{0x} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} + \sqrt{\frac{2}{g}(H + h + d)} \right) \quad (5)$$

Таким образом, мы считаем, что прыгун в длину использует свою горизонтальную скорость, и что в момент толчка он подбрасывает себя вертикально вверх с той же скоростью, которую ему сообщают мышцы ног при выполнении прыжка в высоту с места.

Далее, учащимся предлагается вопрос:

«Какие измерения и расчеты необходимо произвести для вычисления теоретической дальности прыжка L_T ?»

Обсуждение вопроса под руководством учителя надо привести к следующим результатам:

- 1) для расчета v_{0x} нужно измерить время, затрачиваемое прыгуном на преодоление известных расстояний (15-25 м) с ходу, то есть с максимальной скоростью, для чего прыгун пробегает отрезки 60-70 метров, и секундомер включается по сигналу наблюдателя за 15-25 м до финиша, то есть тогда, когда

достигнута максимальная скорость бега (она достигается на 20-30 метрах от старта)¹;

- 2) для расчета v_{oy} надо измерить высоту прыжка с места и использовать (4); если в дальнейшем пользоваться (5), то достаточно измерить H ;
- 3) учащимся сообщается, что для нахождения h надо рост прыгуна умножить на коэффициент $k = 0,58^2$, а для нахождения d - измерить расстояние от земли до положения центра масс прыгуна (приблизительно в области диафрагмы) в момент приземления.

После этого учащимся предлагается инструкция по выполнению работы.

¹ См.: Мэрион Дж. Б. Общая физика с биологическими примерами: Пер. с англ. - М.: Высш. шк., 1986, с. 37.

² Там же, с. 79.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1 СПОСОБ

1. Измерить рост прыгуна a , вычислить $h = ka$ и занести результат в таблицу 1.

ТАБЛИЦА 1.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЕТОВ
ДЛЯ 1-ГО СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

N оп.	h, м	d, м	H, м	H _{ср.} м	l, м	t, с	v _{0x} , м/с	v _{0x ср.} , м/с	L _{т.} ср., м	L _{пр.} , м	L _{пр. ср.} , м
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
...											

2. Измерить d , занести результат в таблицу 1.

3. Определить среднюю высоту прыжка испытуемого с места. Для этого, используя метровую линейку, предложить прыгуну сделать 5-10 прыжков в высоту с места из положения присев рядом с вертикально стоящей линейкой, замечая высоту каждого прыжка по положению нижнего края ступней прыгающего. Результаты занести в таблицу 1 и определить

$$H_{\text{ср}} = \frac{H_1 + \dots + H_n}{n}.$$

4. Измерить $v_{\text{ох ср}}$, для чего предложить прыгуну 5-10 раз пробежать с ходу отрезки 15-25 м, засекая при этом время секундомером. Результаты занести в таблицу 1.

5. Рассчитать $L_{\text{т. ср}}$ по формуле

$$L_{\text{т. ср}} = v_{\text{ох ср}} \left(\sqrt{\frac{2H_{\text{ср}}}{g}} + \sqrt{\frac{2}{g}(H_{\text{ср}} + h + d)} \right)$$

Результат занести в таблицу 1.

6. Определить среднюю дальность прыжка в длину. Для этого предложить испытуемому совершить 5-10 прыжков в длину и вычислить

$$L_{\text{практ. ср}} = \frac{L_{\text{практ. 1}} + \dots + L_{\text{практ. n}}}{n}$$

Результат занести в таблицу 1.

7. Сравнить $L_{\text{т. ср}}$ и $L_{\text{пр. ср}}$ и сделать вывод.

2 СПОСОБ

П.п. 1 - 3 - так же, как и при выполнении работы 1-м способом.

4. Предложить испытуемому прыгать в длину и при этом измерять $L_{пр}$ и соответствующее значение

$$v_{ox} = \frac{l}{t}$$

Результаты измерений и вычислений l , t , v_{ox} и $L_{пр}$. занести в таблицу 2.

ТАБЛИЦА 2.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЕТОВ
ДЛЯ 2-ГО СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

N оп.	h, м	d, м	H, м	H _{ср.} м	l, м	t, с	v _{0x} , м/с	L _{т.} , м	L _{пр.} , м	$\frac{L_{пр.}}{L_{т.}} \cdot 100\%$
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
...										

5. Рассчитать серию $L_{т.}$ с помощью (5), результаты занести в таблицу 2.

6. Сравнить соответствующие значения $L_{т.}$ и $L_{пр.}$ и сделать вывод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чему равно среднее значение модуля скорости прыгуна в момент отрыва от земли?
2. Под каким углом к горизонту направлен вектор начальной скорости прыгуна?
3. Какова средняя продолжительность прыжка в длину данного спортсмена?
4. Какую из скоростей – v_{0x} или v_{0y} – целесообразнее увеличивать прыгуну с помощью тренировок, чтобы повысить свои результаты? Рассчитайте увеличение длины прыжка при 5%-ном увеличении v_{0x} и при таком же увеличении v_{0y} .
5. Опишите, как прыгун может увеличить дальность прыжка за счет изменения положения своего центра масс посредством движения рук и ног.
6. Какой процент составляет $L_{пр}$ для данного прыгуна от $L_{т}$? Каковы возможные причины несовпадения $L_{пр}$ и $L_{т}$?
7. Рекорд мира в прыжках в длину, установленный в 1968 году на Олимпийских играх в Мехико американцем Бобом Бимоном, равен 8,9 м. Оцените значения v_{0x} и v_{0y} для этого спортсмена.