

$$H_2 = \frac{g \cdot t^2}{2} \text{ (путь по вертикали).}$$

Выходим на момент инерции. Для определения «И» используем лист чистой бумаги, под которым находится копия, «пристреливаемся».

Заполняем таблицу, проводим измерения 5 раз. Результат записываем с учетом погрешности.

*Лабораторная работа «Сравнение масс сталкивающихся упругих шаров»*

Перед вами 2 соприкасающихся стальных шарика: большой – 1; малый – 2. Отводим от положения равновесия первый шарик, например на 5 см, это –  $S_0$ ; выпускаем; он соударяется со вторым; записываем отклонения шариков после соударения: это  $S_1$  и  $S_2$ .

«Работаем» на точке соприкосновения шаров. Измерения проводим 5 раз; усредняем, записываем. Используются законы сохранения импульса и энергии.

Во втором семестре 2020-2021 учебного года часть занятий, в том числе и лабораторных, проводилась контактно (речь идет о 1 курсе, специальность ОПД, ФОР и ФЕР). В группах ФОР и ФЕР была дисциплина «Молекулярная физика», а в группе ОПД в одном семестре вся физика.

Как правило, фронтально-тематические лабораторные работы выполняются вслед за изучением соответствующего раздела в теоретическом курсе. При фронтальном проведении занятий все студенты группы выполняют одну и ту же работу, пользуясь одинаковыми приборами и оборудованием.

*Лабораторная работа «Определение отношения теплоемкостей воздуха  $C_p/C_v$  методом Клемана - Дезорма»*

Прибор Клемана - Дезорма состоит из стеклянного баллона, соединенного с ним насоса через кран  $K_1$ , крана  $K_2$  и водяного манометра.

Накачивают насосом немного воздуха. При накачивании воздух, сжимаемый под поршнем насоса, нагревается, следовательно, необходимо выждать 2-3 мин, пока благодаря теплообмена температура в баллоне не станет равной комнатной. После этого измеряют манометром избыточное давление воздуха  $h_1$  (в мм водного столба)

Открывают кран  $K$  и в тот момент, когда уровни жидкости в обоих коленах манометра  $M$  сравняются, быстро закрывают кран. Выждав 2-3 мин пока газ, охлажденный при адиабатическом расширении, нагревается до комнатной температуры, измеряют избыточное давление  $h_2$ . Следует помнить что  $h_1$  и  $h_2$  отсчитываются как разность высот жидкости в обоих коленах U-образного манометра.

УДК 53:378.147.091.32

## МЕТОДИКА ОТОБРАЖЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ USB-ДАТЧИКОВ

<sup>1</sup>Жданко Е.М., <sup>1</sup>Федорков Ч.М., <sup>1</sup>Соболь В.Р., <sup>2</sup>Букатич И.И., <sup>2</sup>Нисковских Н.Б.

<sup>1</sup>Белорусский государственный педагогический университет имени Максима

Танка, г. Минск, Беларусь

[zhenya.zhdanko@yandex.by](mailto:zhenya.zhdanko@yandex.by)

<sup>2</sup>ГУО «Гимназия №20 г. Минска», Беларусь

[natalianiskovskikh@gmail.com](mailto:natalianiskovskikh@gmail.com)

Аннотация. Динамика тела в условиях скольжения с трением под действием силы тяжести рассматривается в сочетании с возможностями цифрового отображения кинематических параметров применительно к организации и проведения исследования в школьной аудитории методом демонстрационной лабораторной работы.

Ключевые слова

Сила трения скольжения; цифровые датчики, лабораторная работа.

Введение и постановка проблемы.

При исследовании силы трения в школьном лабораторном практикуме учащимся требуется создать режим равномерного движения тела-бруска, что осуществляется «на глазок», и регистрировать приложенную силу по шкале динамометра. Отношение силы, требуемой для равномерного перемещения тела по горизонтальной поверхности, к силе нормальной реакции опоры и определяет значение коэффициента трения для соприкасающейся пары материалов. Без приборов регистрировать состояние равномерного движения затруднительно. В сообщении рассмотрены методические аспекты расширения процесса исследования в учебном эксперименте с привлечением ресурса вполне доступных оптоэлектронных секундомеров, учебной лаборатории L-микро и цифровых USB датчиков-преобразователей, коммутируемых непосредственно с системным блоком компьютера.

Процедура выполнения лабораторного исследования. Состояние равноускоренного движения тела удобно реализовать в режиме заданной силы, которую легко смоделировать путем соскальзывания вниз под основание поверхности, наклоненной к горизонту на определенный угол. В этом случае, при выполнении условия плоскостности поверхности скатывания, сила, действующая на тело, будет определяться соответствующей проекцией силы тяжести и вдоль всего пути оставаться одинаковой. Условия движения при этом определяются только силой препятствующей скольжению, то есть силой трения. Существующие оптоэлектронные секундомеры, работающие на эффекте прерывания светового пучка, позволяют в так называемом режиме «One» регистрировать длительность времени перекрытия светового пучка, и на запирающем свет элементе малой толщины, выявить близкое к мгновенному значение скорости перемещения. Соответственно, две последовательные регистрации промежутков запираения позволяют выявить либо само ускорение на большом интервале длины при равноускоренном движении, либо его усредненное значение при не совсем установившемся движении.

Варьируя вес скользящего бруска за счет добавления гирек, изменяя угол наклона плоской поверхности и регистрируя два промежутка времени между датчиками на выбранном расстоянии друг от друга, а также изменения расстояние между точками регистрации, можно сформировать базу данных, которая позволит построить зависимости ускорения в функции угла наклона и экстраполировать кривую  $a(\varphi)$  к нулевому значению ускорения. Подобной операцией возможно определить коэффициент трения скольжения  $\mu$  как из условий покой, так и равноускоренного движения, причем вычисленные значения для  $\mu$  должны сходиться друг к другу. Рабочая формула в общем случае имеет вид

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}$$

Применение USB-датчиков дает возможность сократить время формирования базы данных, поскольку преобразованные аналоговые сигналы подвергаются обработке в самом компьютере и архивируются в файлы, доступных для визуализации в формате Exell или Origin.

Цифровые учебные лаборатории последнего поколения в таком формате, собранные на основе разнообразных датчиков весьма удобны для организации исследовательской работы студентов и школьников.

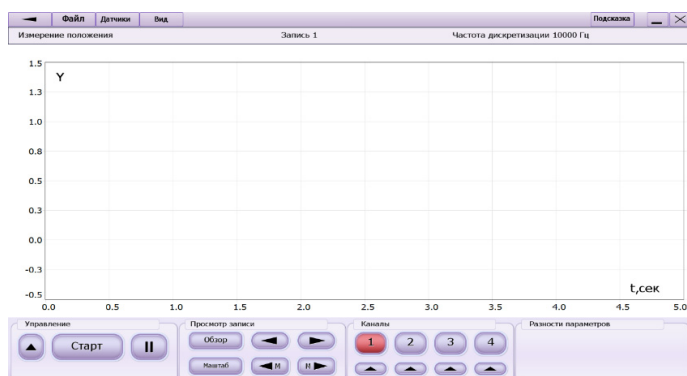


Рисунок 1 – программа DigiLab для работы с цифровыми USB-датчиками

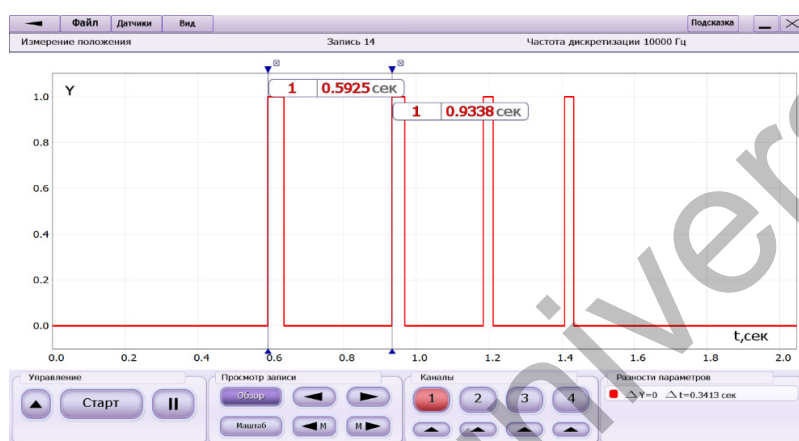


Рисунок 2 – обработка результатов, снятых с помощью USB-датчиков

Непосредственное сочетание регистрирующих элементов с USB-портами компьютера снабженного соответствующей программой управления сигналами позволяет за счет простой организации процесса оперативно и доступно, в том числе для широкой аудитории, отображать физические явления. Созерцательные демонстрации могут быть вполне заменены на количественные измерения с возможностью проведения варьирования условий и их цифрового дисплейного отображения. Рассмотренный тип учебных лабораторий позволяет не только оперативно представлять исходные условия и результаты модельного эксперимента, но и расширить спектр исследований в области практически значимых вычислений в проектных работах студентов и школьников.

ӘОЖ 53:378.147

## ҰЙЫМДАҒЫ ПЕРСОНАЛДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ДАМУ

Исмаилов Б.А.

студент ШТЖІҚУ (Басқару және әкімшілік факультеті)

Ғылыми жетекші: п.ғ.к, доц. Утегулова Б.С.

Түйіндеме: Бұл мақалада ұйымдағы персоналды басқару жүйесін дамыту мәселелері қарастырылады. Сонымен қатар, ұйымдағы персоналды басқару туралы жазылған. Мақалада басқару жүйесіндегі формалар талқыланады.

Түйінді сөздер: персоналды басқару жүйесі, ұйым, қызметкер, форма, оқыту, дамыту.