

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАНИПУЛЯТОРА «ОПТИЧЕСКАЯ МЫШЬ» В УЧЕБНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ФИЗИКЕ**

*Н. Н. Ворсин, Т. Л. Кушнер, К. М. Маркевич*

*Учреждение образование «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь*

В условиях развития информационных технологий, их внедрения во многие отрасли экономики, вполне естественным является применение таких технологий в сфере образования. Одной из особенностей является компьютеризация образовательного процесса, в том числе компьютеризация эксперимента. С точки зрения процесса компьютеризации физического лабораторного практикума, наблюдаются две тенденции: первая – создание виртуальных лабораторных работ, вторая – применение компьютера для управления исследованиями, обработки результатов эксперимента.

Кафедра физики учреждения образования «Брестский государственный технический университет» занимает на сегодняшний момент принципиальную позицию – не применять в учебном процессе виртуальные лабораторные работы. Вместе с тем, на кафедре активно развивается направление компьютеризации физического лабораторного практикума. Данная работа имеет статус научно-исследовательской и выполняется за счет второй половины рабочего дня. Результаты выполненных работ неоднократно докладывались на конференциях республиканского и международного уровня [1, 2].

Общая схема компьютеризации физических опытов предполагает наличие отдельного электронного блока, который оцифровывает сигналы датчиков изучаемого процесса, осуществляет их первичное накопление и передачу в компьютер. Компьютерная программа при этом содержит драйвер работы с электронным блоком. Однако в некоторых случаях удается обойтись обычным компьютерным оборудованием и имеющимися в составе его программного обеспечения драйверами внешних устройств. Речь идёт о таком оборудовании как звуковая карта, веб-камера, компьютерная мышь. Его использование существенно упрощает и удешевляет постановку учебных опытов. Например, использование звуковой карты позволяет превратить компьютер в простой осциллограф и генератор сигналов, а веб-камера даёт возможность постановки оптических опытов.

В данной работе рассмотрено применение компьютерной мыши в качестве датчика перемещения при постановке опытов по механическому движению. Напомним, что манипулятор «оптическая мышь» представляет собой видеокамеру низкого разрешения, которая с большой частотой кадров и большим увеличением фотографирует находящуюся под ней поверхность. Увеличение позволяет обнаруживать микроструктуру поверхности: неровности, поры, плетение нитей и т. д. Затем входящий в состав мыши микропроцессор сравнивает между собой кадры полученной их последовательности и определяет направление и величину перемещения мыши над поверхностью. Эта информация передается в компьютер, который осуществляет соответствующее перемещение курсора на экране монитора.

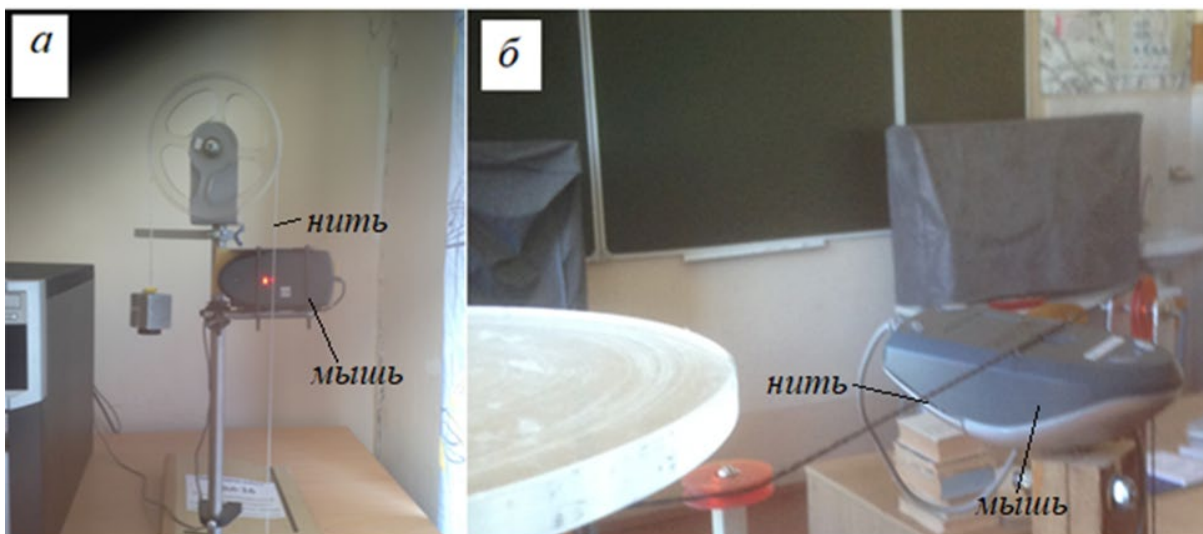
## СЕКЦИЯ 2

Техническое и методическое обеспечение физического лабораторного практикума

Конечно, мышь не является измерительным стандартным инструментом для точного измерения перемещения. Ей присущи такие эффекты, как проскальзывание – пропуск перемещения или, наоборот, обнаружение несуществующего перемещения. Для управления курсором на экране это не имеет значения, поскольку оператор, двигающий мышь, компенсирует данные погрешности, не замечая их. Если использовать мышь как измеритель перемещения, то она будет давать некую погрешность. Однако, как показывает практика, эта погрешность не велика и вполне допустима для учебных опытов.

На рисунке 1 показаны варианты размещения мыши в опытах с машиной Атвуда (рисунок 1а) и установкой для измерения момента инерции тел (рисунок 1б). В обоих случаях мышь определяет перемещение тянущей нити, которая проходит перед её «зрачком». При этом используется драйвер оптической мыши операционной системы, который допускает подключение нескольких мышек. В этом случае курсор на экране управляется всеми подключёнными мышками. В нашем случае оказываются подключёнными две мышки. Одна из них измеряет перемещение нити, назовём её измерительной, другая, которую назовём основной, используется по обычному назначению. Это обстоятельство не создаёт серьёзных неудобств, поскольку при проведении опыта основной манипулятор находится в покое, а в остальное время покоится измерительный манипулятор.

Мы использовали простейшую офисную мышь, основанную на оптомеханическом датчике ADNS 2610 или аналогичном ADNS 2620, либо PAN 3101. Такие датчики и их аналоги были массово изготовлены на китайских заводах и получили разную маркировку, но их параметры одинаковы. Документацию на них легко найти в интернете вместе с различными примерами программирования. Фоточувствительная матрица этого датчика содержит  $18 \times 18$  пикселей и допускает перемещение мышки со скоростью до  $0,3 \text{ м/с}$ . Частота съёмки кадров равна  $1500 \text{ с}^{-1}$ . Надо заметить, что паспортное ограничение по максимальной скорости движения является завышенными. На практике манипулятор нормально работает при скоростях до  $0,5 \text{ м/с}$ .



*Рисунок 1 – Вертикальное (а) и горизонтальное (б) расположение измерительного манипулятора рядом с идущей нитью*

## СЕКЦИЯ 2

Техническое и методическое обеспечение физического лабораторного практикума

При постановке учебного опыта всегда имеется возможность подбора его параметров, удовлетворяющих неким исходным условиям, в частности характеристикам мышки, которая выступает в качестве датчика перемещения. Можно легко обеспечить условия, при которых скорость движения не превысит, например 0,3 м/с.

Первые оптические мыши и драйверы к ним были максимально простыми. Они линейно превращали полученные перемещения манипулятора по осям X и Y в перемещение курсора на экране. Однако, начиная с операционной системы Windows XP в функцию соотношения перемещений начали вносить нелинейность, которая улучшает точность установки курсора без уменьшения средней скорости его перемещения по экрану.

Рисунок 2, на котором приведены графики пути, пройденного грузами машины Атвуда при различных массах перегрузка, демонстрирует ущерб, наносимый результатам опытов данной нелинейностью. Видно, что при малых скоростях длина зафиксированного пути уменьшается. Поэтому, при проведении опытов, нелинейность следует выключить, а именно снять галочку «повышенная точность установки указателя» в настройках драйвера мыши. После этого длина пути во всех опытах оказывается одинаковой.

Другой дополнительной настройкой драйвера мыши является уменьшение скорости движения курсора по экрану вплоть до минимальной. При этом улучшается фильтрация шума и точность фиксации перемещения нити перед зрачком мыши.

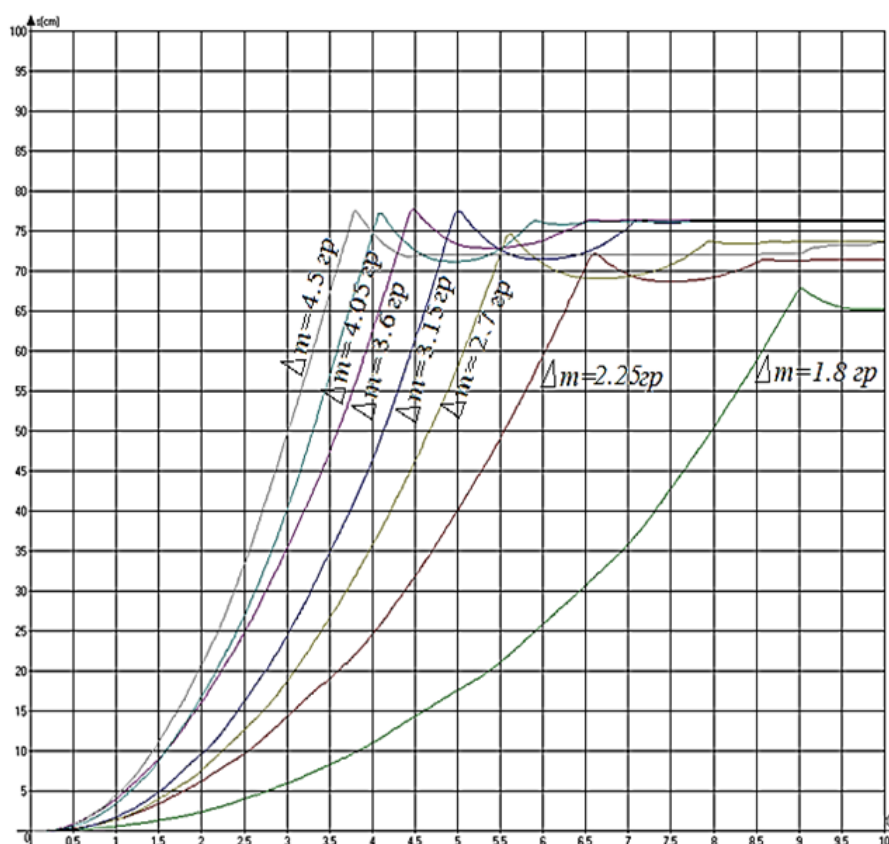


Рисунок 2 – Графики зависимости пути, пройденного грузами машины Атвуда, от времени при различных величинах массы перегрузка  $\Delta m$

После установки мышки в лабораторную установку единственным дополнением остаётся компьютерная программа. Алгоритм её действия может быть следующим:

- 1) установка курсора в заданную точку экрана;
- 2) временная пауза, в течение которой движение нити изменит положение курсора;
- 3) считывание нового положения курсора, вычисление перемещения по осям X и Y и добавление его в координаты движения;
- 4) возврат к пункту 1.

Эта последовательность действий выполняется периодически, накапливая функцию зависимости координат от времени. Подозрительным местом алгоритма является формирование временной паузы. Операционная система Windows – это многозадачная система, в которой запущенные на расчёт задачи выполняются периодически – последовательно. Поэтому временная пауза у нас формируется передачей управления диспетчеру задач, который выполняет цикл запусков и возвращается к нашей задаче спустя некоторое время. Величина этого временного интервала составляет 15–20 миллисекунд и является стабильной и подходящей величиной. Если задаться общим временем опыта 10 секунд, то количество повторений цикла окажется равным 500–650 раз. Такой будет и количество строк в таблице значений моментов времени и координат движения. Эта таблица даёт исчерпывающие сведения о закономерности движения. Она накапливается в виде файла при проведении опыта и затем используется для вычисления заданных параметров движения с помощью специализированных программ Origin, Grapher, Excel или другие.

Таким образом, хотя компьютерная мышка не является точным измерительным инструментом, она может с успехом использоваться для учебных опытов, обеспечивая их наглядность, информативность и возможность применения современных средств обработки результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ворсин, Н. Н. О современном физическом практикуме / Н. Н. Ворсин // Оптика неоднородных структур : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 29–30 октября 2015 г. / МогГУ им. А. А. Кулешова. – Могилев, 2015. – С. 125–128.
2. Новые тенденции и перспективы в совершенствовании качества преподавания физики в техническом университете / Т. Л. Кушнер [и др.] // Информационные и инновационные технологии в науке и образовании : сб. материалов V Всероссийской науч.-практ. конф., Таганрог, 28–29 октября 2020 г. / Таганрогский институт им. А. П. Чехова. – Таганрог : ТГИ, 2020. – С. 723–725.