

# ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Соболев А.С.<sup>2</sup>, Балыко Е.А.<sup>1</sup>, Михеев П.М.<sup>2</sup>, Уваров Г.Н.<sup>1</sup>, Чесноков С.С.<sup>2</sup>

1. ООО «Все для школы», [www.afsedu.ru](http://www.afsedu.ru)

2. Центр измерительных технологий и промышленной автоматизации физического факультета и МЛЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, [www.automationlabs.ru](http://www.automationlabs.ru), [mikheev@automationlabs.ru](mailto:mikheev@automationlabs.ru)

## 1. Постановка задачи

Создание инновационного школьного практикума по Физике. На текущий момент создано более 25 демонстраций, полностью соответствующих требованиям образовательных стандартов средних учебных заведений и квалификации учителей.

## 2. Актуальность задачи.

Школьные учебные эксперименты, как демонстрационные, так и лабораторные являются перспективной областью внедрения современных технологий по автоматизации измерений. Новейшие информационные технологии позволяют напрямую продемонстрировать законы и процессы, которые раньше были уделом косвенного подтверждения ввиду очень малого или слишком быстрого изменения измеряемого параметра.

Сертифицированный программно-аппаратный комплекс AFS, создаваемый по заказу компании ООО «Все для школы», позволяет провести измерения, автоматически обработать полученные данные и продемонстрировать результаты учащимся в наглядном виде.

Разработка демонстрационного физического эксперимента осуществляется под научным руководством ведущих специалистов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

## 3. Описание решения

В настоящее время в состав практикума по физике входит 25 демонстраций:

### I. Механика – 18 опытов

1. Демонстрация равномерного прямолинейного движения
2. Измерение КПД простого механизма
3. Измерение давления жидкости на погруженное в нее тело
4. Изучение зависимости атмосферного давления от высоты
5. Измерение силы Архимеда
6. Изучение свободного падения тел
7. Демонстрация состояния невесомости
8. Наблюдение равноускоренного прямолинейного движения
9. Демонстрация явления инерции
10. Второй закон Ньютона
11. Демонстрация правила сложения сил
12. Измерение зависимости силы упругости от деформации пружины
13. Измерение силы трения
14. Демонстрация взаимодействия тел
15. Наблюдение колебаний нитяного маятника
16. Демонстрация свободных колебаний груза на пружине
17. Демонстрация свободных колебаний груза на нити
18. Исследование свойств звуковой волны

### II. Термодинамика – 2 опытов

1. Демонстрация постоянства температуры кипения жидкости при постоянном давлении
2. Измерение влажности воздуха

### III. Электричество – 5 опытов

1. Электризация тел
2. Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения
3. Измерение поля постоянного магнита
4. Измерение электрического заряда конденсатора
5. Демонстрация поляризации света

Кратко рассмотрим общую структуру решения и расскажем о наиболее показательных экспериментах.

Программное обеспечение полностью написано в среде LabVIEW, использует внешние ActiveX компоненты для оформления справочных материалов, в интерфейсе оболочки управления

задачами и Flash анимацию для более наглядной демонстрации наблюдаемого явления. К программным особенностям всех задач можно отнести архитектуру конечного автомата в модулях измерения и регистрации данных, цикл событий для обработки действий пользователя. Синхронизация и передача данных между модулями осуществляется с помощью функций палитры управления событиями (event structure).

Устройство сбора данных AFS – это специально разработанная для компании ООО «Все для школы» плата сбора данных National Instruments. Для измерения параметров используются датчики производства фирмы Vernier с функцией автоидентификации (AutoID), которая позволяет программно определить тип датчика по сопротивлению встроенного в датчик резистора. Все задачи демонстрационного школьного эксперимента выполнены в едином стиле, разработанном с участием профессиональной студии Крофт ([www.kroft.ru](http://www.kroft.ru)).

Для каждого опыта предоставляется справочный материал, помогающий при подготовке эксперимента к демонстрации с подробными инструкциями по сборке и настройке измерительного стенда и проведению эксперимента. Наиболее показательные результаты можно сохранить для последующего анализа. В каждом опыте предоставляются такие инструменты, как секундомер, калькулятор и средство создания и редактирования текстовых заметок к эксперименту. Стандартная для всех демонстраций панель инструментов приведена на рисунке ниже. В центральной части открыт экран с опросом-тестом, который позволяет провести быструю проверку качества усвоения изложенного материала.

Второй закон Ньютона

ФИЗИКА

Отметьте правильные утверждения

- Лифт, двигающийся вверх с ускорением, является инерциальной системой отсчета.
- При определении ускорения, с которым движется материальная точка, на основе второго закона Ньютона необходимо использовать векторную сумму всех действующих на тело сил.
- В инерциальной системе отсчета направление ускорения тела не зависит от направления приложенной к нему силы.
- Ускорение, сообщаемое телу под действием одной и той же постоянной силы, увеличится в два раза, если массу тела уменьшить в два раза.

ПРОВЕРИТЬ

Приведем примеры некоторых демонстраций, в которых преимущество современных технологий выражено наиболее явно, позволяя продемонстрировать изучаемые в школе физические законы и явления на недоступном ранее уровне.

Палитра

График

Таблица

Положение курсора  
 Время, с 0  
 Расстояние, см 0

Расстояние, см 0  
 Ускорение, м/с<sup>2</sup> 9,3

Скорость  
 Расстояние

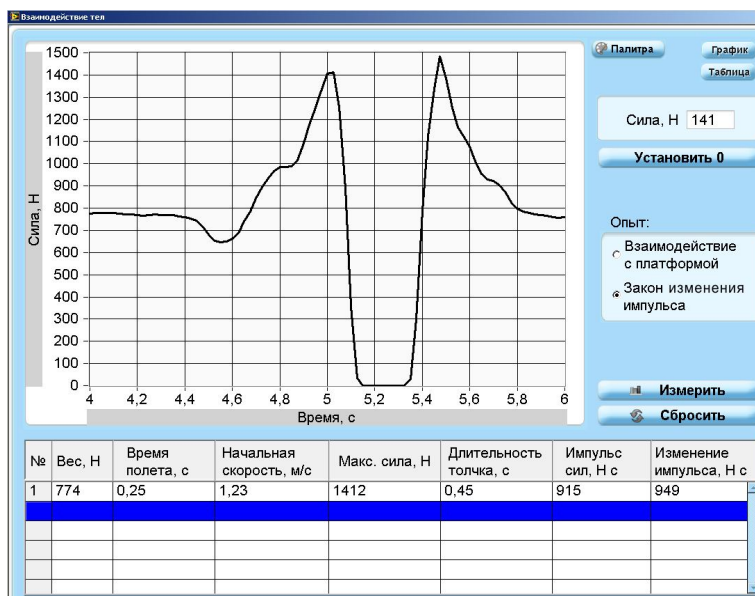
Измерить  
 Сбросить

	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Результат
Объект 1	9,8	9,3	10,0	9,1	10,4	9,72±0,53

Изучение свободного падения тел. В демонстрации используется ультразвуковой датчик расстояния, который измеряет координату падающего тела. Точность измерения расстояния – 1 см, частота регистрации данных – 50 Гц. После измерения строится зависимость координаты падающего тела от времени и рассчитывается ускорение падения тела. Высокая точность аппроксимации подтверждает гипотезу о равноускоренном движении тела. В классическом школьном опыте измеряется только время падения тела, и гипотеза о том, что движение падающего тела является равноускоренным - не

проверяется.

Измерение зависимости атмосферного давления от высоты. Это действительно уникальный эксперимент. Демонстрируется изменение атмосферного давления при подъеме датчика на высоту 1,5 – 2 метра. Современный датчик, усреднение накопленных данных, тщательный подбор условий эксперимента позволяет надежно регистрировать даже такие ничтожно малые вариации давления. Классический школьный эксперимент проводится при изменении высоты на несколько метров и гораздо менее нагляден.



Изучение взаимодействия тел. Цель опыта – экспериментальная проверка закона изменения импульса тел при взаимодействии и проведение численного сравнения величины импульса силы с изменением импульса тела. В опыте используется напольный динамометр, измеряющий силу, с которой человек давит на его поверхность. При прыжке зависимость силы от времени позволяет рассчитать импульс силы, а время в прыжке – начальную скорость и, соответственно, полученный импульс. В пределах погрешности измерения (менее 5%) эти величины равны. В классической школьной практике закон сохранения импульса невозможно проверить количественно.

Демонстрация колебаний нитяного маятника. В данной демонстрации ультразвуковой датчик расстояния измеряет координату колеблющегося маятника. Точность измерения периода колебаний выше 1%. Также в опыте имеется возможность изучить изменение скорости и ускорения при колебаниях маятника. Это весьма перспективная идея, которую после минимальной доработки можно использовать при демонстрации законов колебания в высших учебных заведениях. Точности определения расстояния и частоты работы датчика достаточно для проверки гармоничности колебаний и анализа вклада нелинейных составляющих.

#### 4. Используемое оборудование и ПО

Плата сбора данных AFS (создана National Instruments на базе модели USB 6009): 48 кГц, 2 аналоговых выхода, 3 канала для датчиков (разъем ВТС), 2 канала аналогового ввода, 2 канала аналогового вывода. Датчики производства компании Vernier: оптопара, датчики вращения, ускорения (в том числе и трехкоординатный), температуры (резистивный), давления, напряжения, тока, расстояния и другие. Среда графического программирования – LabVIEW 8.5

#### 5. Выводы, перспективы

Представленный нами современный подход к проведению демонстраций в школьном курсе физики наглядно демонстрирует преимущества современных технологий сбора, обработки и представления данных, позволяя более полно и наглядно раскрыть суть физических явлений и законов. Данный демонстрационный физический эксперимент составляет значительную часть программно-аппаратного комплекса экспериментов по различным школьным дисциплинам. В ближайшем будущем планируется, что этот комплекс полностью удовлетворит потребность в предусмотренных школьной программой демонстрационных экспериментах.