КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 13274 УДК 372.853

Левшенюк Владимир Ярославович
преподаватель кафедры методики преподавания физики и химии Ровенского государственного гуманитарного университета, г. Ровно, Украина
levabot@gmail.com

Электронные приборы для школьного учебного демонстрационного эксперимента по физике

Аннотация. *В статье подана информация о современных промышленных учебных приборах (демонстрационном мультиметре ФД и шкальном демонстрационном измерительном приборе типа ИД-2) и самодельном магнитометре на основе датчика Холла типа SS495A. Означены возможности их применения в учебном демонстрационном эксперименте по физике в общеобразовательной школе.*
Ключевые слова: *электронные приборы, школьный демонстрационный эксперимент по физике, методика обучения физики в школе.*

На сегодня, в силу объективных и субъективных причин, изучение физики в большинстве школ СНГ осуществляется на основе оборудования, которым школы централизировано обеспечивались еще в 70–80-х годах XX столетия, и которое в техническом и методическом аспектах исчерпало свои ресурсы. Это создало предпосылки к тому, что для большинства учащихся учебный материал, изучаемый на уроках физики, и окружающий мир, наполненный современным оборудованием и развитыми технологиями, – разные миры, миры, которые между собой не пересекаются.

В окружающем мире информацию о значении физических величин (массы, температуры, времени, влажности, давления и других) ученики преимущественно получают с помощью различных цифровых приборов и компьютерной техники. На уроках же физики – с помощью равноплечих весов, метрономов, гальванометров и других аналоговых измерительных приборов, образца середины прошлого века, часть из которых представляет скорее раритет, нежели средство измерения. Большинству этих приборов давно пора разделить судьбу логарифмической линейки, еще лет 30–40 назад изучавшейся на уроках математики и о которой сегодня ничего не знают даже учителя с двадцатилетним стажем работы. Или, например, нужно ли ученику уметь пользоваться механическим штангенциркулем, если рынок товаров наполнен электронными, точность измерения которых в десять раз выше, а цена ниже механических?

Мы считаем, что вывод однозначен – учебные заведения должны оснащаться универсальными цифровыми приборами, которые отвечают уровню развития современной техники, санитарно-гигиеническим и методическим требованиям, а также, как показывает опыт, требуют минимальных затрат времени на их подготовку к работе.

Примером такого прибора может быть демонстрационный мультиметр ФД, производимый фирмой «Учебная техника» (г. Ровно). Прибор предназначен для измерения постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного электрического тока, электрического сопротивления и электрической емкости, температуры и частоты электрических колебаний, тестирования полупроводниковых диодов и транзисторов, проводимости электрических схем.

Отличительной особенностью данного прибора является двойная индикация: на передней панели (для учеников) размещен четырехразрядный жидкокристаллический индикатор с высотой цифр 55 мм, а на обратной (для учителя) – индикатор с высотой цифр 20 мм (рис. 1).

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13274 УДК 372.853
Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Рис. 1. Демонстрационный мультиметр ФД

На той же панели размещен переключатель выбора функций прибора и диапазонов измерений физических величин. К отличительным особенностям относится также высокая чувствительность (100 мкВ), автоматическая индикация полярности постоянного электрического тока и напряжения (режим DC), автоматическая индикация перегрузки с обозначением на дисплее «1», возможность контроля температуры воздуха без использования внешней термопары.

Прибор комплектуется двумя длинными разноцветными проводами, термопарой и двумя зажимами типа «крокодил». Питание прибора осуществляется от автономного источника типа 6F22 («Крона») или сетевого адаптера стабилизированного напряжения 9 В.

Использование в учебном процессе подобных многофункциональных и многопредельных приборов создает оптимальные условия для проведения прямых измерений физических величин и соответственно, создает возможность избежать множества косвенных измерений, математических расчетов и вычислений погрешностей.

Например, при изучении темы «Электроемкость плоского конденсатора» использование мультиметра ФД позволяет доказать эмпирически формулу для определения электроемкости плоского конденсатора. Общая методика проведения доказательных демонстраций при этом может быть следующей.

1. Пластины разборного демонстрационного конденсатора необходимо расположить на расстоянии 4 см друг от друга и подсоединить их проводниками к прибору. Включив прибор, определить значение электроемкости. Уменьшив расстояние последовательно в 2 и 4 раза, зафиксировать увеличение значения электроемкости в тоже же число раз. То есть, убедиться в том, что значение электроемкости обратно пропорционально расстоянию между пластинами.

2. Установив расстояние между пластинами конденсатора соизмеримое с толщиной пластины диэлектрика, убедиться в том, что после внесения диэлектрика показания прибора увеличиваются. При этом увеличение показаний приблизительно отвечает значению диэлектрической проницаемости данного диэлектрика. В качестве диэлектрика целесообразно взять две пластины: одну из обыкновенного ($\varepsilon \approx 6–10$), а другую из органического стекла ($\varepsilon \approx 3{,}6–3{,}9$).

3. Для проверки зависимости электроемкости от площади пластин следует изготовить два самодельных дисковых конденсатора из двухстороннего фольгированного гетинакса или текстолита диаметром 14,0 и 9,9 см (площади отличаются в 2 раза) и

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13274 УДК 372.853
Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

припаять к ним соединительные провода. Подсоединяя поочередно такие самодельные конденсаторы к прибору, можно убедиться в пропорциональной зависимости электроемкости от площади пластин.

После доказательных демонстраций, следует записать и теоретически обосновать формулу для определения емкости конденсатора.

Часто во время проведения экспериментальных исследований важна не количественная информация, а её изменение во времени («больше – меньше», «быстрее – медленнее», «возрастает – уменьшается», «нагревается – охлаждается» и т. п.). В силу специфики психологических и физиологических факторов, дискретный характер работы приборов с цифровой индикацией практически исключает считывание информации динамических параметров. Здесь преимущество за аналоговыми приборами. Современные технологии решили эту проблему путем вывода информации на светлодиодные линейки. Примером может быть универсальный демонстрационный измерительный прибор шкального типа ИД-2, выпускаемый той же фирмой.

Прибор состоит из измерительного блока и панели индикации со сменными шкалами (рис. 2). С помощью прибора можно проводить измерения напряжений, силы постоянного тока, сопротивления и его изменения в пределах, указанных в следующей таблице (табл. 1).

Таблица 1

Пределы измерений шкального демонстрационного прибора ИД-2

Постоянное напряжение, В	0,01; 0,1; 1,0; 10,0; 100; 1000
	0,005 – 0 – 0,005; 0,05 – 0 – 0,05; 0,5 – 0 – 0,5; 5 – 0 – 5; 50 – 0 – 50; 500 – 0 – 500
Сила постоянного тока, мА	0,001; 0,01; 0,1; 1,0; 10,0. 100; 1000
	0,0005 – 0 – 0,0005; 0,05 – 0 – 0,05; 0,5 – 0 – 0,5; 5 – 0 – 5. 50 – 0 – 50; 500 – 0 – 500
Сопротивление, кОм	0,01; 0,1; 1,0; 10; 100
Прирост сопротивления	5 – 0 – 5 делений шкалы при изменениях сопротивления 1,2 R – R – 0,8 R

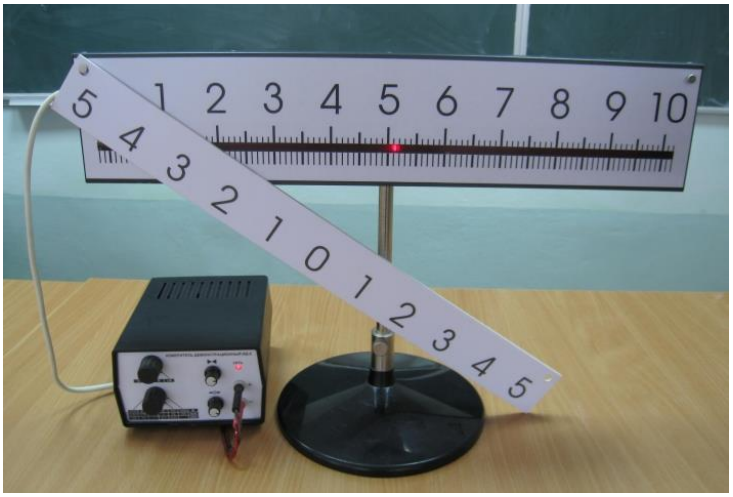

Рис. 2. ИД-2 – электронный демонстрационный измерительный прибор шкального типа

В приборе предусмотрено регулирование предварительного значения отчетного устройства на «0» шкалы.

Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Практическое использование прибора показало целесообразность его применения при выполнении эмпирических доказательств:

- зависимости электрического сопротивления металлических проводников от температуры;
- зависимости электрического сопротивления полупроводниковых резисторов от температуры;
- зависимости электрического сопротивления фоторезисторов от освещенности;
- зависимости электрического сопротивления электролитов от концентрации носителей;
- явления термоэлектронной эмиссии;
- возникновение ЭРС индукции в проводнике при его движении в магнитном поле;
- возникновение ЭРС индукции в катушке;
- индукции тока в контуре с помощью катушки с током;
- зависимости значения ЭРС индукции в катушке от индукции магнитного поля, скорости изменения магнитного потока, длины (количества витков);
- правила правой руки для определения направления индукционного тока;
- правила Ленца для электромагнитной индукции.

Фактически, прибор способен стать заменой аналоговому гальванометру, методика использования которого детально описана в методической литературе [1, 2].

Наличие описанных выше приборов в кабинете физики создает условия для проведения учебного эксперимента по электродинамике с использованием современных измерительных средств, создающих в учащихся эмоциональное восприятие материала и убеждение в познаваемости физических явлений.

Следует отметить, что преподавание физики не ограничивается перечнем обязательных демонстраций, а сами демонстрации нельзя «уложить» в точно означенные рамки перечня типового оборудования. В ряде случаев использование самодельных приборов и устройств позволяет не только возместить недостающие промышленные изделия, но и заметно повысить качество проведения учебного эксперимента, расширяя при этом методические возможности учителя.

Сегодня из функциональных узлов электронной техники, которыми насыщен рынок радиотоваров (усилители, генераторы, АЦП, индикаторы и т. п.), можно собрать несложные демонстрационные приборы, как с аналоговой, так и цифровой индикацией. Организация же внеклассной работы по сборке таких устройств вызывает повышенный интерес у учащихся, формирует у них научную и социально-техническую компоненты жизненной компетентности.

Например, современные технологии обеспечили массовое применение высокочувствительных полупроводниковых датчиков на основе гальваномагнитных явлений – датчиков Холла. Школьный же эксперимент при изучении электромагнетизма практически остается без количественных измерений. Формирование понятия индукции магнитного поля, как правило, происходит с помощью «меловых технологий».

На наш взгляд, перспективными для школьного демонстрационного эксперимента являются интегральные преобразователи серии SS490 с аналоговым выходом. Эти датчики состоят из полупроводникового элемента Холла B1, дифференциального усилителя DA1 и двухтактного выходного каскада на транзисторах разной проводимости VT1 и VT2 (рис. 4). Диапазон измерений индикации магнитного поля зависит от типа датчика и для SS495A лежит в пределах от -0,064 Тл до +0,064 Тл [3]. В указанных пределах выходное напряжение с преобразователя линейно зависит от значения индукции магнитного поля и при достижении предельных значений, датчик выходит в насыщение. При

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13274 УДК 372.853
Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

отсутствии внешнего поля, напряжение на выходе равно половине напряжения питания. Зависимость выходного напряжения от индукции внешнего магнитного поля при напряжении питания 4,5 В (гальванический элемент типа 3R12), изображена на рис. 5. Чувствительность такого датчика при этом питании составляет 31,25 В/Тл.

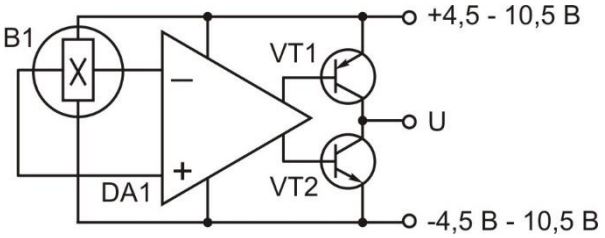

Рис. 4

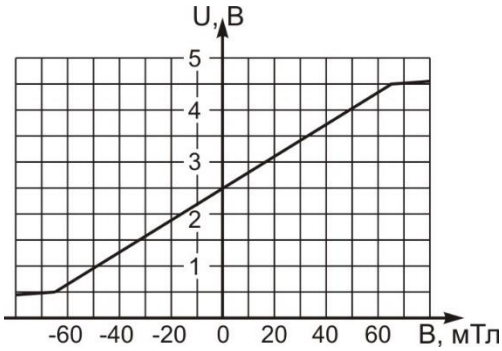

Рис. 5

Подключив датчик к источнику питания и мультиметру (вольтметру), можно определить значение индукции магнитного поля, используя график зависимости U = f(B) [4].

На основе такого датчика и микроконтроллера Atmega8 [5], нами разработан магнитометр (тесламетр) с цифровой индикацией, принципиальная схема которого показана на рис. 6. Выходное напряжение с датчика подается на вход микроконтроллера, который запрограммирован на преобразование напряжения в единицы индукции магнитного поля. Информация выводится на четырехразрядный светлодиодный индикатор (три индикатора предназначены для индикации значения индукции магнитного поля в гауссах, четвертый – для информации о направлении линий индукции).

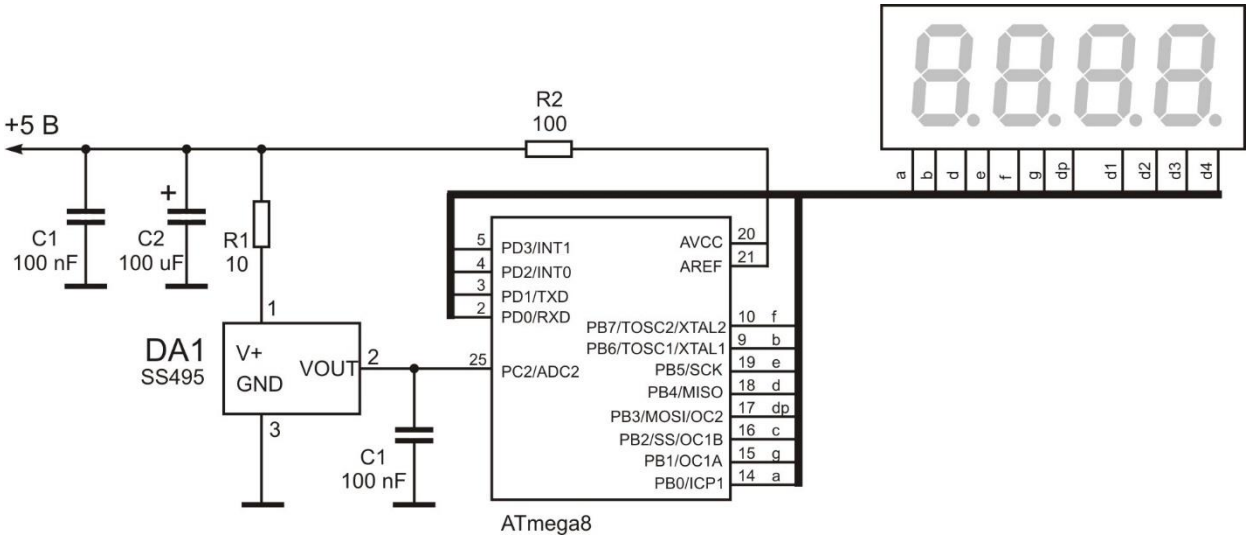

Рис. 6.

С помощью прибора можно выполнить исследования магнитных полей полосовых, подковообразных и керамических магнитов, соленоидов, катушек индуктивности, произвести оценку индукции магнитной составляющей электромагнитного поля работающих мобильных телефонов.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13274 УДК 372.853
Баранова Н. А. Интегративные подходы на уроках математики в 5-ом классе // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13274. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13274.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Ссылки на источники

1. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч. 1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / Под ред. А. А. Покровского. – М.: Просвещение, 1978. – 351 с.
2. Хорошавин С. А. Демонстрационный эксперимент по физике: электродинамика. – М.: Просвещение, 2008. – 190 с.
3. Datasheet (техническое описание) SS495A. – URL: http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/009a/0900766b8009a37c.pdf.
4. Майер В. В., Вараксина Е. И. Левитация в поле электромагнита // Потенциал. – 2011. – № 4. – С. 69–76.
5. Datasheet (техническое описание) Atmega8. – URL: http://www.atmel.com/images/doc8159.pdf.

Levshenyuk Volodymyr,
Lecturer, chair of methodology of teaching physics and chemistry, Rivne State Humanitarian University, Rivne, Ukraine
levabot@gmail.com

Electronic devices for educational school demonstration experiment in physics

Abstract. The article provides information about modern industrial study devices (demonstration multimeter FD and demonstration bar-graf measuring device of the ID-2 type), as well as a self-made magnetometer based on the Hall's sensor of the SS495A type. It describes the possibilities of their application in the educational demonstration experiment in physics in a secondary school.

Keywords: electronic devices, school demonstration experiment in physics, methods of teaching physics at school.

ISSN 2304-120X
12
9 772304 120135

Рекомендовано к публикации:
Сиротюк В. Д., доктором педагогических наук, профессором;
Тыщук В. И. кандидатом педагогических наук, профессором;
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»