

УДК 372.853:53.07

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ИНДИКАТОР РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ**

© 2013 г.

**В.В. Майер, Е.И. Вараксина**

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко

varaksina\_ei@list.ru

*Поступила в редакцию 12.06.2013*

Предлагается индикатор разности потенциалов для демонстрационных опытов по курсу физики. Сформулированы дидактические требования к прибору и приведена его принципиальная схема. Перечислены основные темы электродинамики, при изучении которых можно использовать предлагаемый прибор.

*Ключевые слова:* индикатор, разность потенциалов, дидактические требования, принципиальная схема, источники тока и напряжения.

подавляющее большинство демонстрационных опытов носит качественный характер и ставится с целью экспериментального доказательства [1] существования изучаемых физических явлений. В таких опытах электроизмерительные приборы представляют собой малообоснованное усложнение экспериментальной установки, так как о результате опыта можно судить по наличию разности потенциалов между двумя выбранными точками электрической цепи или заряженными телами. Демонстрационный прибор, позволяющий сделать это, естественно назвать индикатором разности потенциалов.

Проведенное исследование учебного эксперимента показывает, что индикатор разности потенциалов должен удовлетворять следующему минимальному набору дидактических требований:

1) обеспечивать визуальное сравнение с любого места аудитории потенциалов в двух точках, расстояние между которыми заключено в пределах примерно от 10 до 100 мм;

2) перекрывать весь диапазон напряжений, используемых в школьном учебном эксперименте, то есть примерно от 0.1 мВ до 25 кВ;

3) отличаться простотой и доступностью, чтобы учащиеся могли изготовить его самостоятельно, например в рамках проектной деятельности.

Такой индикатор может быть выполнен на основе широко распространенного операционного усилителя типа OP07 [2]. На Рис. 1 изображена принципиальная схема рекомендуемого прибора, на которой приведены данные основных его элементов. Индикатор обозначает разность потенциалов между щупами 1 и 2. Добавочное сопротивление R1 подключается к щупу 1 и само выполняет функцию щупа в опытах с высоким напряжением.

Коэффициент передачи усилителя, собранного на микросхеме DA1, определяется отношением сопротивлений резисторов R3, R2 и составляет  $K=R_3/R_2 \approx 6 \cdot 10^4$ . Конденсатор C1 в цепи отрицательной обратной связи устраняет влияние помехи частотой 50 Гц от электроосветительной сети. Резистор R4 является нагрузкой операционного усилителя. Светодиоды могут быть любого типа, но обязательно попарно одинаковые (например, два красных K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> и два зеленых З<sub>1</sub> и З<sub>2</sub>). Светодиоды K<sub>1</sub> и З<sub>1</sub> нужно закрепить возле щупа 1, а светодиоды K<sub>2</sub> и З<sub>2</sub> – возле щупа 2.

Сборку прибора начинают с установки на печатной плате панельки для микросхемы DA1. Щупы лучше всего изготовить из медной проволоки диаметром 1.5–2.0 мм и длиной 80–100 мм. Щуп 1 следует покрыть красной изоляцией, а щуп 2 – белой. Для питания можно использовать батареи GB1 и GB2 типа 6F22 9V, которые обеспечивают длительную бесперебойную работу прибора.

Индикатор разности потенциалов работает следующим образом. Если потенциал щупа 1 выше, чем у щупа 2, то операционным усилителем DA1 эта разность потенциалов усиливается и на его выходе ток течет через светодиоды K<sub>1</sub> и З<sub>2</sub>. Светодиоды загораются так, что красный обозначает более высокий потенциал, а зеленый – более низкий. Понятно, что при обратной разности потенциалов на входе индикатора возле щупа 1 загорается зеленый светодиод, а возле щупа 2 – красный.

Прибор, если учитывать возможность подключения входного добавочного сопротивления R1 (рис. 1), обеспечивает потребности не только

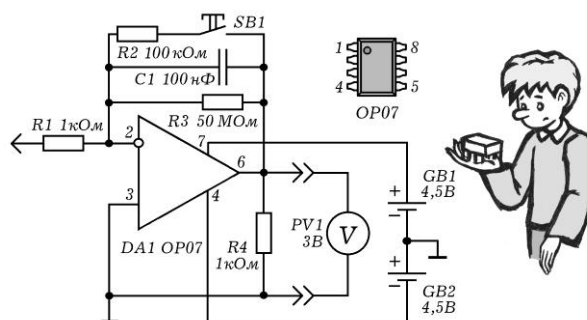


Рис. 1. Принципиальная схема индикатора разности потенциалов

средней школы, но и педагогического вуза в демонстрации практически всех качественных опытов по электродинамике, связанных с оценкой разности потенциалов [3; 4]. Его можно применять при экспериментальном изучении явлений электростатики, цепей постоянного тока, стационарного электрического поля, электрического тока в различных средах, магнитного поля, электромагнитной индукции [5], электрических генераторов, электромагнитных колебаний, электромагнитных волн и т.д. Например, при изучении источников тока и напряжения индикатор разности потенциалов может быть использован в демонстрационных опытах с электрофорами, высоковольтными преобразователями напряжения, электростатическими генераторами, пьезоэлектрическими источниками, гальваническими элементами и батареями, магнитоэлектрическими и электромагнитными генераторами, термоэлектрическими источниками, фотоэлектрическими элементами и батареями.

Таким образом, предлагаемый индикатор разности потенциалов относится к разряду универсальных учебных приборов, так как позволяет поставить демонстрационные опыты, обеспечивающие экспериментальное изучение большого количества явлений из разных разделов курса физики на высоком качественном уровне. Тем самым он способствует выполне-

нию сформулированных в недавно принятом ФГОС требований по обучению и воспитанию на уроках физики творчески мыслящей личности, повышению научной грамотности школьников [6].

#### Список литературы

1. Майер В.В., Майер Р.В. Электричество: Учебные исследования. М.: Физматлит, 2007. 232 с.
2. Майер В.В., Вараксина Е.И. Относительность электрического и магнитного полей // Потенциал. 2010. № 9. С. 72–80.
3. Вараксина Е.И. Формирование экспериментальной подготовленности в учебно-исследовательской деятельности будущих учителей физики // Физика в школе и вузе: Международный сб. научных статей. Вып. 14. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. С. 23–27.
4. Вараксина Е.И., Майер В.В. Дидактический потенциал индикатора разности потенциалов // Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения: Программа и материалы восемнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Глазов: ГГПИ, 2013. С. 21.
5. Майер В.В., Вараксина Е.И. Опыт Фарадея и электромагнитный генератор // Физика-ПС. 2012. № 11. С. 10–11.
6. Разумовский В.Г., Майер В.В. Проблемы ФГОС и научной грамотности школьников или новый стандарт образования в действии: обучение и воспитание творчески мыслящей личности на уроках физики // Физика в школе. 2012. № 5. С. 3–10.

## DEMONSTRATION INDICATOR OF THE POTENTIAL DIFFERENCE

V.V. Mayer, E.I. Varaksina

An indicator of potential difference is proposed for demonstrating experiments in the course of physics. Didactic requirements to the device are formulated and its circuit diagram is provided. The main topics in electrodynamics, where the proposed device can be used, are listed.

*Keywords:* indicator, potential difference, didactic requirements, circuit diagram, power supply.