

УДК 372.853

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ
ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

© 2015 г.

М.Р. Каткова, И.Ю. Зворыкин

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

izinform@gmail.com

Поступила в редакцию 12.03.2015

Предлагаются методы и инструменты автоматизации и компьютеризации лабораторной работы по измерению индуктивности катушки методом вольтметра-амперметра. Компьютеризация может быть проведена на базе встроенной звуковой системы ПК. Автоматизация достигается использованием программы «Soundcard Oscilloscope», позволяющей получить генератор качающейся частоты и сохранять экспериментальные данные. Для обработки экспериментальных данных используется метод наименьших квадратов.

Ключевые слова: компьютеризация, автоматизация эксперимента, индуктивность катушки, метод вольтметра-амперметра, метод наименьших квадратов.

Постановка задачи

Серьезной проблемой современной школьной физики является то, что учебный физический эксперимент занимает все меньше места в учебном процессе. При этом трудности, появляющиеся при сокращении времени на обучение физике, состоят в том, что усилия и затраты времени учителя и учащегося при однократном появлении в учебном процессе отдельных физических явлений не окупаются достаточным приростом физического знания.

Предлагаемое нами решение состоит в объединении в одной работе нескольких взаимосвязанных элементов, с тем чтобы сделать полученное физическое знание системным. Для этого необходимы новые методические и технические решения. Широко распространившееся явление компьютеризации физического эксперимента должно быть дополнено, с нашей точки зрения, автоматизацией процедур измерения и обработки результатов, что сократит затраты времени учеников на операции, не связанные с получением физических знаний, и позволит сэкономить учебное время для системного изучения важных и сложных вопросов школьного курса физики.

Цель нашей работы – предложить автоматизированный и компьютеризованный вариант эксперимента для комплексного изучения явления протекания переменного тока через катушку индуктивности на основе выбранного нами метода и соответствующего технического обеспечения. Технические возможности современного персонального компьютера (ПК) позволя-

ют ему открыть путь в учебную школьную физику ряду принципиально важных тем, которые оказались слабо представленными в ней [1].

Постановка работы и обработка данных

Измерение индуктивности катушки методом вольтметра-амперметра [2] – удачный пример для демонстрации возможностей компьютеризации и автоматизации лабораторных работ школьного физического практикума, выполняемых с учетом методических требований предъявляемых к этому процессу [1; 3]. Выполнение такой работы вполне соответствует поставленной нами цели.

Теоретический материал, связанный с работой по определению индуктивности (потребуется понятие о так называемом «полном сопротивлении»), вполне доступен школьникам и изложен в учебниках [4], но практическую, и тем более лабораторную, поддержку он получает лишь в редких пособиях для специальных школьных практикумов в рамках профильных школ.

Суть и особенность взятого для компьютеризации и автоматизации варианта метода вольтметра-амперметра состоит в том, что величина, равная квадрату полного сопротивления катушки (Z_L^2), рассматривается как функция квадрата циклической частоты (ω^2), исходя из имеющегося выражения для полного сопротивления:

$$Z_L = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2},$$

где R – активное сопротивление катушки, L – ее индуктивность, ω – циклическая частота. При использовании метода наименьших квадратов

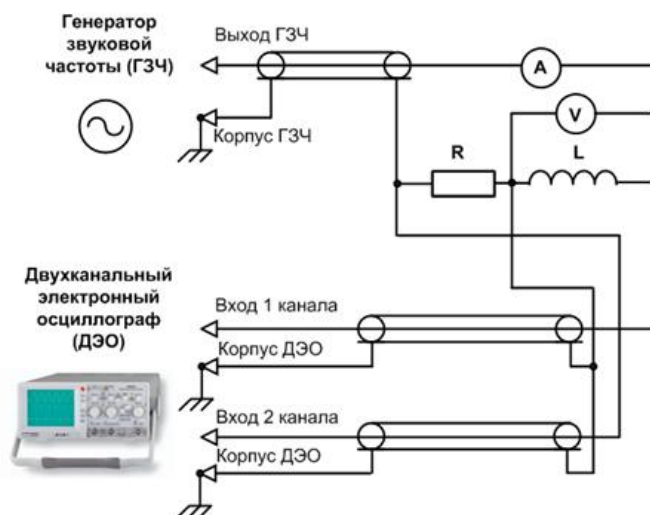


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для измерения индуктивности катушки методом вольтметра-амперметра

(МНК) для анализа полученной экспериментальной зависимости этой функции получается, что L^2 – угловой коэффициент, а R^2 – свободный член регрессии. Отсюда легко находятся значения L и R .

Результаты измерений доступны для быстрого анализа с помощью программы MS Office Excel и в итоге наглядно представляются в виде графика и автоматически вычисленных значений индуктивности и активного сопротивления.

Схема экспериментальной установки в варианте без использования ПК приведена на рисунке 1. Резистор R предназначен для проведения фазовых исследований. Из схемы видно, что необходимые для полноценного проведения работы в этом варианте технические ресурсы все же весьма значительны, и для ряда школ они могут оказаться недоступными. Таким образом, первой задачей, которую потребует решить при компьютеризации работы, будет задача использования ПК для полноценной замены отсутствующего в школе оборудования.

Современные подходы к проведению компьютеризованных экспериментов требуют максимального использования ресурсов ПК, в том числе за счет автоматизации процесса проведения работы. В частности, возникает идея использовать звуковую систему ПК как базу для виртуального прибора – генератора звуковой частоты с функцией генератора качающейся частоты (ГКЧ), поскольку измерения проводятся в некотором диапазоне частот. Звуковая система может быть как встроенной (интегрированной), так и выполненной в виде карточки

расширения, а также внешней. Кроме того, нам потребуется виртуальный прибор – осциллограф с функцией вольтметра и частотометра на базе той же звуковой системы ПК. Используемая нами программа Soundcard Oscilloscope [5] объединяет в себе генератор и осциллограф-вольтметр и удовлетворяет необходимым нам требованиям. А именно виртуальный осциллограф-вольтметр является двухканальным, способен сохранять результаты измерений в файл формата csv, а у генератора имеется функция ГКЧ. Программа бесплатна для некоммерческого использования в учебных учреждениях. Следует заметить, что виртуальной у данных приборов является панель управления, а входы и выходы для сигналов вполне реальны. Это входы и выходы звуковой системы компьютера. Именно их мы подключаем к измерительной схеме, содержащей исследуемую катушку индуктивности.

Из схемы (рис. 2) видно, что мы вынуждены применить дополнительные элементы в виде трансформатора и активной акустической системы. Они требуются для обеспечения полной независимости выхода генератора и входа осциллографа, выполненных на базе одной звуковой системы ПК и исходно имеющих один общий электрический контакт (так называемый «корпусной»). Требование независимости выхода генератора и входа осциллографа диктуется выбранной изначально измерительной схемой (рис. 1). Описанного усложнения схемы можно избежать, используя один ГКЧ на класс с независимым общим (корпусным) контактом, поскольку условиями работы между генерато-

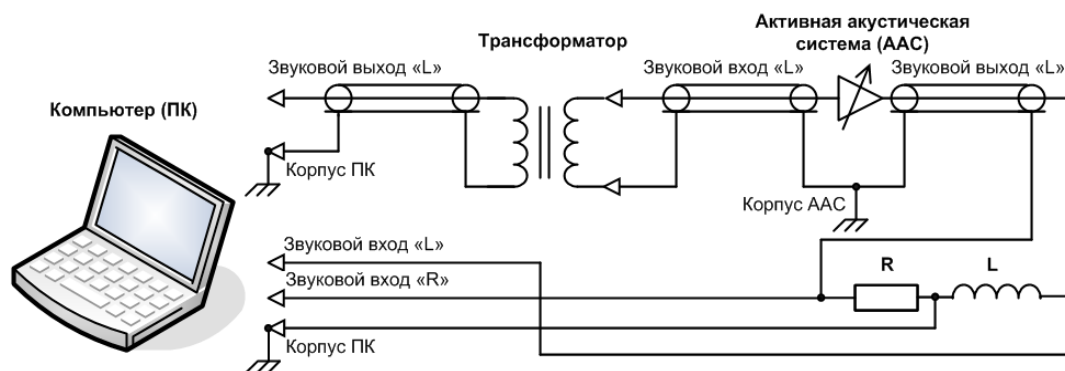


Рис. 2. Схема компьютеризованного варианта экспериментальной установки для измерения индуктивности катушки методом вольтметра-амперметра

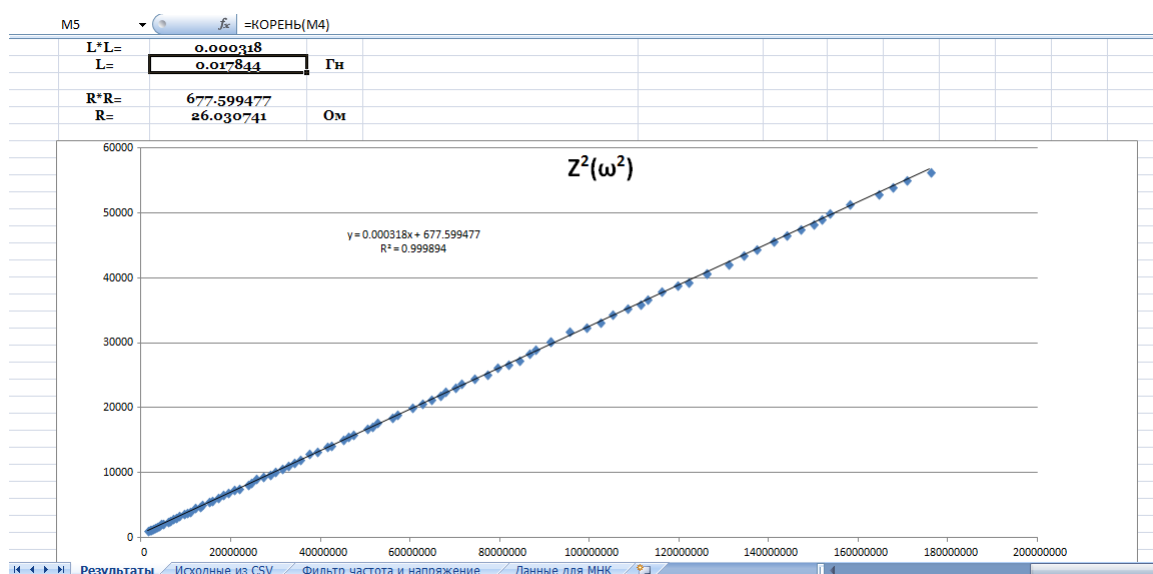


Рис. 3. Пример обработки программой MS Office Excel полученных экспериментальных данных

ром и осциллографом-вольтметром не обусловлено наличие обратной связи. Для этого лишь потребуется провести двухпроводную шину от ГКЧ до столов учащихся. Программа Soundcard Oscilloscope обеспечивает непрерывный перезапуск ГКЧ с конечной частоты диапазона на начальную. Запуск и остановку регистрации данных учащиеся в любом случае производят по показаниям осциллографа-частотометра, пока ГКЧ пробегает необходимый диапазон.

Ход выполнения автоматизированного варианта работы может быть следующим: собирается схема экспериментальной установки; на компьютере, к звуковой системе которого подключена установка, запускаются программы Soundcard Oscilloscope и MS Office Excel. В течение одной минуты предварительно настроенный ГКЧ пробегает весь необходимый нам диапазон частот, а программа осциллографа-вольтметра регистрирует значения напряжений

и частоту сигнала и сохраняет их в виде текстового файла формата csv. В итоге могут быть получены около 100 экспериментальных значений (напряжения и частоты) менее чем за одну минуту. Далее ученики импортируют файл csv с экспериментальными данными в документ MS Office Excel, уже содержащий все необходимые формулы для обработки этих данных и шаблон для построения графика.

Пример обработки полученных данных программой MS Office Excel приведен на рисунке 3. В случае обнаружения ошибки весь цикл измерений можно быстро повторить. После этого могут выполняться фазовые исследования для катушки с помощью виртуального осциллографа. Полученные значения индуктивности различных катушек после завершения учениками всех измерений сравниваются с паспортными значениями или значениями, измеренными специальным прибором.

Выводы

Указанные В.Г. Разумовским, В.В. Майером барьеры на пути повышения качества физического образования [6] (дефицит бюджета времени на уроке физики, общий дефицит времени, связанный с недостаточностью сроков обучения, слабая техническая база школьного кабинета физики) весьма сложно преодолеть. Однако, грамотно внедряя компьютеризацию и автоматизацию, можно до некоторой степени снизить эти барьеры. Компьютеризация поможет сделать достаточно распространенный сейчас в школе компьютер подходящим прибором для физической лаборатории. Автоматизация сократит рутинные операции при выполнении сложных экспериментальных работ. Поскольку компьютер сейчас есть почти у каждого ученика в личном пользовании, можно часть работы по его освоению (как и по освоению программ виртуальных приборов и средств обработки экспериментальных данных – существенных элементов для школьного лабораторного эксперимента) попробовать вынести за рамки урока.

Обеспечив успешное выполнение учениками работы в предлагаемом нами варианте, учитель может перейти к следующей теме. Такой темой может стать, например, «Резонанс в цепи переменного тока». Компьютеризация может позво-

лить отбросить доводы о недостаточном в настоящее время техническом обеспечении такого исследования на уроке, а автоматизация поможет все внимание учеников сосредоточить на сути явления, а не на оформлении результатов и настройке приборов.

Список литературы

1. Гребенев И.В. Методические проблемы компьютеризации обучения в школе // Педагогика. 1994. № 5. С. 46–49
2. Практикум по физике для профильной школы: Учебно-методическое пособие / И.В. Гребенев, О.В. Лебедева, С.В. Полушкина, В.Н. Портнов. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. 93 с.
3. Никифоров Г.Г. «Компьютерный эксперимент» в курсе средней школы: будем осторожны // Физика в школе. 2008. № 7. С. 6–8.
4. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Колебания и волны. 11 кл. Профильный уровень: Учебник для общеобразовательных учреждений / . 9-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2010. 287 с.
5. Christian Zeitnitz. Soundcard Oscilloscope [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zeitnitz.eu/scope_en (дата обращения 20.02.2015).
6. Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. М.: ВЛАДОС, 2004. 463 с.

INSTRUCTIONAL POTENTIAL OF PHYSICAL EXPERIMENT AUTOMATION IN SCHOOL

M.R. Katkova, I.Yu. Zvorykin

Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

We describe methods and tools for automation and computerization of laboratory work on the measurement of coil inductance using the voltmeter-ammeter method. Computerization can be implemented on the basis of the built-in sound system of a PC. Automation is achieved by using the program «Soundcard Oscilloscope». This is a program that implements a PC-based sweep frequency generator and stores the experimental data. To analyze the experimental data, the method of least squares is used.

Keywords: computerization, automation of experiments, coil inductance, voltmeter-ammeter method, method of least squares.