

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПЕЦПРАКТИКУМОВ ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Смирнов Александр Викторович,

доктор педагогических наук, профессор

Московский педагогический государственный университет, кафедры теории и методики обучения физике имени А.В. Пёрышкина

✉ av.smirnov@mpgu.su

АННОТАЦИЯ

Подробно разобраны физико-технические основы работы информационно-измерительных систем, применяемых в специальных практикумах по методике обучения физике в педагогических вузах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *физика, информационные системы, измерительные системы, физический практикум, учебный физический эксперимент.*

INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS FOR SPECIAL WORKSHOPS ON METHODS OF TEACHING PHYSICS

Smirnov A.V.,

Doctor of pedagogical Sciences, Professor,

Moscow State Pedagogical University

ABSTRACT

The physical and technical bases of information and measuring systems used in special workshops on the methodology of teaching physics in pedagogical universities are analyzed in detail.

KEYWORDS: *physics, information systems, measuring systems, physical practicum, educational physical experiment.*

В настоящее время все чаще в педагогических вузах при проведении учебного физического эксперимента применяется оборудование, сопряженное с современной информационной техникой (компьютерной техникой, цифровой видеотехникой, телевизионной техникой, видеомониторами, цифровыми индикаторами и т.п.). Особенно острая необходимость в таком оборудовании возникает при проведении современных учебно-научных экспериментальных исследований, выполняемых в проблемно-ориентированных практикумах по методике обучения физике [1]. Основным компонентом такого оборудования является информационно-измерительная система.

Информационно-измерительная система — это совокупность измерительных приборов и установок, удаленных друг от друга, но связанных линией передачи информации для проведения измерений и представления параметров физических величин. Рассмотрим принципы работы информационно-измерительной системы. Упрощенная структурная блок-схема информационно-измерительной системы приведена на рисунке 1.

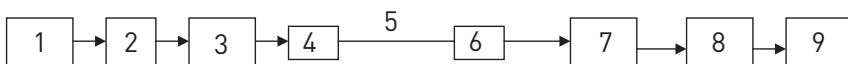


Рис. 1. Структурная блок-схема информационно-измерительной системы: 1 — датчик информации, 2 — преобразователь (АЦП); 3 — передающий усилитель, 4 — передающее устройство, 5 — линия связи, 6 — приемное устройство, 7 — приемный усилитель, 8 — декодер (ЦАП), 9 — выходное устройство (преобразователь электрических сигналов в звук, изображение и т.д.)

Полученную с помощью датчика (1) информацию о значении физической величины, прежде чем отправить по каналу передачи информации, в преобразователе (2) кодируют — преобразовывают к виду, удобному для передачи. Обычно это перевод аналогового представления информации в цифровое, т.е. на язык электрических

импульсов. Существуют два способа представления информации: в виде электрического напряжения, которое монотонно меняется при плавном изменении физической величины (аналоговое представление), и в виде следующих друг за другом импульсов — кратковременных всплесков электрического напряжения. Импульсы могут быть разной величины и формы (прямоугольные, пилообразные и т.п.). Но информация передается не величиной и формой импульсов, а их числом и последовательностью во времени. Это создает большую помехоустойчивость такого (цифрового) способа представления информации. Устройства, выполняющие аналого-цифровые преобразования информации, называют аналого-цифровыми преобразователями (сокращенно АЦП).

Поскольку электрический сигнал при передаче на расстоянии ослабляется, то информационный сигнал усиливается в усилителе (3). После чего поступает в канал передачи информации, который состоит из передающего устройства (4), линии связи (5) и приемного устройства (6). Пройдя приемное устройство, сигнал снова усиливается в приемном усилителе (7) и затем декодируется — преобразовывается в декодере (8) из цифровой в первоначальную аналоговую форму. Устройства, выполняющие цифро-аналоговые преобразования информации, называют цифро-аналоговыми преобразователями (сокращенно ЦАП). Далее сигнал поступает в выходное устройство (9), преобразующее информационные сигналы из электрической формы в аудио (звук), визуальную (видеоизображение) или кинестетическую (движение исполняющих механизмов) форму.

Как представлено, на блок-схеме 1 (рис. 1) первичным элементом информационно-измерительной системы является датчик. Для использования в учебном физическом эксперименте российской учебно-технической промышленностью выпускаются следующие датчики физических величин: датчик момента времени, датчик угловой скорости, датчик угла поворота, датчик температуры, датчик давления, датчик влажности воздуха, датчик проводимости,

датчик индукции постоянного магнитного поля, датчик освещенности, датчик силы. Мы не будем здесь говорить о конструкциях учебных датчиков физических величин, ибо это вопрос особый и требует отдельного обсуждения. Остановимся лишь на физических принципах их работы.

Наиболее употребляемый в учебном физическом эксперименте датчик — датчик момента времени. В основе его действия лежит оптический принцип. Состояние датчика меняется при перекрытии непрозрачным телом оптической связи (оптической оси) между, входящими в состав датчика оптическими элементами: светодиодом и фотодиодом. Светодиод и фотодиод устанавливают друг против друга. В момент прохождения между ними физического объекта оптическая связь обрывается. Как правило, в физических экспериментах используют несколько датчиков (минимум два). Это необходимо для измерения промежутков времени.

Принцип действия датчика угловой скорости такой же, что и датчика момента времени, отличие в том, что в зазоре оптопары (оптические ворота) вращается диск, разбитый на прозрачные и непрозрачные сектора. В большинстве физических экспериментов ось вращения диска датчика совмещается с осью вращающегося элемента учебной экспериментальной установки.

Датчик угла поворота представляет собой, многооборотный резистивный преобразователь (потенциометр), размещаемый в жестком корпусе. На валу резистивного преобразователя закреплена втулка для соединения датчика с элементом учебной экспериментальной установки, совершающим вращательное или колебательное движение.

Датчик температуры представляет собой тонкую трубку, как правило, выполненную из нержавеющей стали (щуп) с чувствительным элементом (терморезистором) на конце.

Датчик давления может быть выполнен на основе тензометрического чувствительного элемента или мембранного чувствительного элемента. Датчики давления имеют постоянную времени — не бо-

лее 0,1 с, что позволяет регистрировать давление в переходных процессах, например, в случае адиабатного расширения газа.

Основой датчика влажности воздуха служит чувствительный элемент, представляющий собой плоский конденсатор, у которого в качестве диэлектрика используется тонкий слой полимера. Изменение относительной влажности воздуха приводит к изменению диэлектрической проницаемости полимера и, как следствие, к изменению емкости конденсатора.

Датчик индукции постоянного магнитного поля состоит из чувствительного полупроводникового элемента, через который пропускают электрический ток. Физический принцип действия основан на эффекте Холла. Датчик измеряет тангенциальную составляющую вектора индукции магнитного поля.

Датчик освещенности выполнен на основе полупроводникового фотоэлемента, ЭДС которого зависит от величины падающего на него светового потока.

В основе принципа действия датчика силы лежит изменение сопротивления переменного резистора (реостата), размещенного на одной оси с динамометрической пружиной.

Вернемся к структурной блок-схеме информационно-измерительной системы (рис. 1). Следующим ее элементом является преобразователь аналоговых сигналов полученных от датчиков в цифровые, т.е. АЦП. Учебно-техническая промышленность выпускает специальные измерительные блоки, выполняющие роль АЦП и одновременно роль усилителя (третьего обязательного элемента информационно-измерительной системы), усиливающего полученный от датчика сигнал.

Преобразованный и усиленный в измерительном блоке сигнал по каналу связи поступает в электронно-вычислительный системный блок (как правило, это компьютерный блок), где происходит его декодировка и усиление, а затем в выходное устройство (компьютерный монитор или цифровое индикаторное табло), прео-

бразующее электрический сигнал в видеоизображение и представляющее значение измеряемой физической величины в числовой, табличной или графической форме.

Принципиальной особенностью учебных информационно-измерительных систем, предназначенных для физического эксперимента, является возможность одновременного и независимого измерения и индикации взаимосвязанной системы физических параметров: например, силы тока и напряжения; массы и силы; силы и ускорения; давления и температуры и др. Современная информационная и коммуникационная техника позволяют управлять системой дистанционно. Это вносит принципиальные дополнения в технологию современного учебного физического эксперимента. Из выпускаемых российской учебно-технической промышленностью информационно-измерительных систем для учебных физических лабораторий наиболее удовлетворяет этим требованиям система КЦСИ-3 (комбинированная цифровая система измерений). Она позволяет измерять: постоянное напряжение до 120 В; силу постоянного тока до 5 А; температуру от — 40 до 125 °С; давление до 100 кПа; влажность от 40% до 100 %; электрическую емкость до 2000 пФ; электрическое сопротивление до 120 кОм; время до 99,9 с; скорость до 3 м/с; ускорение — до 10 м/с²; силу до 1,2 Н; массу до 120 г; переменное напряжение до 25 В; силу переменного тока до 1 А.

В последние годы, учебные лаборатории по методике обучения физике педагогических вузов стали пополняться портативными информационно-измерительными системами, предназначенными для использования студентами в ходе лабораторного физического эксперимента и самостоятельной учебно-научной исследовательской деятельности. Отечественной учебно-технической промышленностью такие системы пока, к сожалению, не выпускаются, поэтому широко импортируются из-за рубежа (Кореи, Китая, Израиля, Германии и других стран). К примеру, широкое распространение

в физических лабораториях педагогических вузов получила портативная информационно-измерительная система, производимая израильской фирмой Fourier system, Inc. В состав этой системы входят: карманный компьютер Palm; измерительный интерфейс; комплект датчиков; программное обеспечение для сбора, анализа и обработки данных на карманном компьютере КПК и на персональном компьютере ПК; комплект учебно-методических пособий. Независимо от страны производителя структурно блочный состав портативных систем практически одинаков. Основное их различие состоит в количестве и качестве изготовления датчиков физических величин и прилагаемом специализированном инструментальном программном обеспечении.

При выборе информационно-измерительной системы для учебного физического эксперимента следует руководствоваться учебными задачами, в решении которых должны оказать помощь эти средства. Например, следует внимательно изучить состав датчиков, предлагаемых в комплекте (от этого в значительной степени зависит цена комплекта, так как датчики очень дорогие). Особое внимание следует обращать на погрешности измерений физических величин, встречаются случаи, когда указанные в инструкциях характеристики системы не соответствуют действительности. Для проведения учебной экспериментально-исследовательской деятельности студентов требуются приборы с погрешностью не более 5%. Наконец, следует обращать внимание на представление информации о результатах измерений и программные возможности их дальнейшей обработки. Следует обращать внимание на корректность отображения на экране физических величин, поскольку, в частности амплитудные характеристики звуковых волн в экспериментах с применением разработанной израильской фирмой системы Fourier system, Inc, отображаются в «вольтах», а не в «метрах». Это говорит о том, что программное обеспечение, отвечающее за обработку параметров, поступающих от датчика звука (микрофона), не доработано.

Можно сделать общий вывод, что информационно-измерительные системы обладают несомненными достоинствами. Они, бесспорно, позволяют сделать шаг вперед в области развития учебного физического эксперимента, обеспечивая удаленный характер сбора и обработки информации о физических величинах, но этот шаг будет сделан без ощутимых потерь в том случае, если преподаватель физики сможет методически грамотно применить их достоинства и учесть недостатки. ■

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Смирнов А.В.* Применение новых средств информационных технологий при подготовке будущих учителей физики // Образовательная среда сегодня и завтра. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ 27.09 — 30.09.2006). М.: Рособразование, 2006. С. 532–534.
1. *Smirnov V.* The Use of new means of information technology in the preparation of future teachers of physics // Educational environment today and tomorrow. Materials III all-Russian scientific-practical conference (Moscow, VVC 27.09 — 30.09.2006). М.: Ministry Of Education And Science, 2006. С. 532–534.