

Портативная школьная лаборатория ЭЛЛА



А. П. Петкова,
д. т. н., профессор,
ответственный исполнитель
проекта
apetkova@inbox.ru



Д. А. Порохов,
к. пед. н.
инженер I категории
denis_porokhov@list.ru



А. В. Майзель,
инженер III категории
amayzel@gmail.com

В рамках работы создана школьная учебная лабораторная платформа ЭЛЛА и комплект учебных плат и методического обеспечения для выполнения лабораторных работ по теме «Электричество» на основе современной технологии виртуальных измерительных приборов. Базовый модуль платформы — устройство сбора данных (УСД) в прозрачном пластиковом корпусе с направляющими для лабораторных плат, исключающими неверное подключение и защищающими контактный разъем. Учебный комплект включает 6 сменных учебных плат для выполнения работ из школьной учебной программы, факультативных занятий и проектных работ школьников. Программное обеспечение ориентировано на максимальную простоту освоения, включает в себя органы управления источниками питания лабораторных плат и различные варианты отображения измерений: стрелочно-цифровой прибор, осциллограф, табличное отображение. Возможно использование функциональных виртуальных приборов программного драйвера ELVISmx. Обеспечена совместимость со средой программирования в графическом виде NI LabVIEW.

Ключевые слова: виртуальный прибор, учебная лаборатория, учебное оборудование, школьный курс физики, устройство сбора данных, графическое программирование.

Современная школа: равнение на вузы

Модернизация учебного оборудования — важный этап развития системы образования. Этот процесс затрагивает все этапы обучения от дошкольных учреждений до вузов. При этом на разных уровнях внедрение инноваций встречает различный энтузиазм. В высших учебных заведениях и учреждениях СПО, где задачи диктует современная конкурентоспособная промышленность, обновление лабораторного оборудования происходит раньше. Для школ же основным ориентиром модернизации становятся, в свою очередь, высшие и средние учебные заведения. Одновременно с задачей обеспечения непрерывного процесса обучения, в школах существует ряд дополнительных требований к учебному оборудованию, в той или иной мере отличающихся от потребностей профессионального и высшего образования.

Один из неоспоримых векторов модернизации образования на всех уровнях — повсеместное внедрение информационных технологий. Всевозможные системы демонстрации наглядного материала, проведения тестирования, ведение отчетности строятся на использовании компьютерных систем. Тот же процесс затрагивает также инструментальную базу практических лабораторных работ. Вузы и колледжи

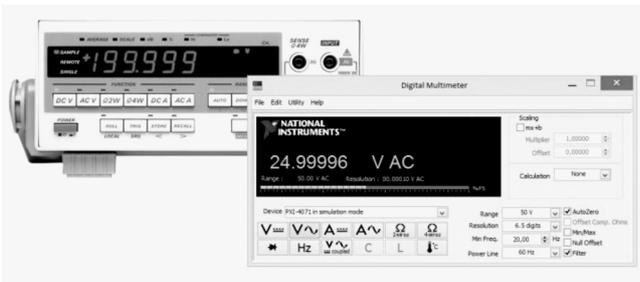
заменяют устаревшее лабораторное оборудование цифровыми измерительными средствами и системами управления экспериментом. Наиболее передовой технологией объединения экспериментальных измерений с компьютерной техникой является технология виртуальных приборов.

Виртуальные приборы

Два десятилетия назад появилось понятие «мультимедийный компьютер». Так стали называть ПК, оснащенный рядом периферийных устройств: монитором, динамиками, приводом компакт-дисков, микрофоном и специализированным программным обеспечением



Мультимедийный компьютер



Измерительный прибор: физический и виртуальный

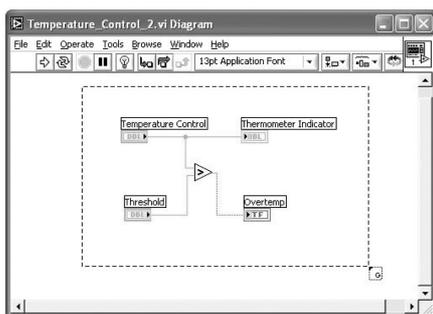
для работы с фото, видео, звуком. На сегодняшний день все эти устройства являются стандартными для персонального компьютера. Слово «мультимедийный» исчезло из обозначения компьютера — теперь это подразумевается само собой.

Виртуальный прибор — это также компьютер с периферийным устройством и специализированным ПО, как когда-то мультимедийный. Устройство, называемое «устройство сбора данных» (или коротко УСД), позволяет компьютеру измерять сигналы окружающего мира, подключать различные датчики, а также генерировать сигналы по команде пользователя. Получив возможность измерить сигнал, компьютер может представить его в любой форме: числом, как вольтметр, графиком, как осциллограф, или сразу рассчитать его параметры, как анализатор.

Программы, которые позволяют работать с устройством сбора данных и управлять измерениями, называются лицевыми панелями виртуальных приборов. Их вид, возможности и процесс работы стараются сделать максимально похожими на обычные приборы, к которым все привыкли и умеют использовать. Кроме того, пользователь может сам менять, добавлять функционал прибора, или, наоборот, убирать излишние функции, чтобы сделать работу проще и нагляднее. Виртуальные приборы гораздо проще, чем обычные, объединять для работы в связке, ведь к одному компьютеру можно подключить несколько устройств сбора данных. Их можно программировать, ими можно управлять дистанционно, даже через интернет — настоящий простор для творчества.

Графическое программирование

Мировым лидером в технологиях виртуальных приборов является компания National Instruments (Нэшнл Инструментс). Ее разработки применяют в



Графический программный код LabVIEW

научных лабораториях, учебных классах, исследовательских центрах и на предприятиях по всему миру. Детские робототехнические наборы и большой адронный коллайдер, умные дома и системы спутниковой навигации — везде находят применение виртуальные приборы National Instruments.

Замечательной особенностью этих приборов является особый метод программирования — графическая среда LabVIEW (Лаб Вью). Это язык программирования, где программа пишется не в виде строк текста, а рисуется из блоков, как схема. Чтобы описать алгоритм работы прибора в таком виде, не нужно писать код. Достаточно соединить блоки схемы между собой.

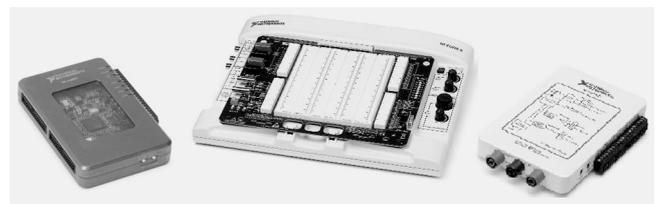
Среди всех УСД, виртуальных приборов и систем у компании National Instruments есть несколько средств, созданных для обучения. Они называются ELVIS, myDAQ, myRIO. Все они уже много лет широко применяются в вузах, колледжах и техникумах по всей России и в мире. С ними просто и интересно работать, каждый из них включает множество виртуальных приборов, и, конечно, они все поддерживают программирование в среде LabVIEW. А самое главное, они учат работать с научными и промышленными виртуальными приборами. И одной из очевидных задач обновляющегося школьного образования становится подготовка к использованию таких передовых технологий в последующей учебе.

Миссия

Компания «Сотем» была организована в 2010 г. Является официальным дистрибьютором, интегратором и поставщиком технологий и оборудования корпорации National Instruments. Основной сферой деятельности компании является организация и участие в реализации программ технического и технологического оснащения (переоснащения) предприятий промышленности, включая ОПК, энергетического и нефтегазового комплексов.

Наша миссия — развитие и внедрение в России современных технологий и аппаратно-программных средств измерений, мониторинга и управления.

Принимая участие в программе «Модернизация образования современными технологиями» («МОСТ»): Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, компания «Сотем» решила воплотить свой опыт в использовании технологий виртуальных приборов в уникальной разработке, призванной сделать современные научные достижения доступными в школьном образовании.



Образовательная линейка National Instruments

Начинание компании «Сотем» получило поддержку Фонда, благодаря которой стал возможен достигнутый результат.

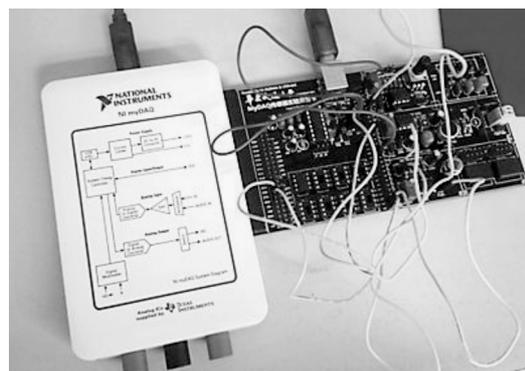
К разработке ставился ряд требований:

1. Простота и наглядность. Для приятия школами требуется максимально простой и дружелюбный интерфейс, минимум базовых настроек. Лицевые панели приборов должны быть похожи на обычные стрелочные амперметры, вольтметры, но при этом обеспечивать точность отображения цифровых приборов.
2. Вандало- и износостойкое исполнение. Стандартный форм-фактор устройств для вузов предполагает богатый функционал, возможность подключения всевозможной периферии. Однако он же предполагает бережное отношение к лабораторному оборудованию. Для школьного применения чувствительные к износу контакты, разъемы, должны быть защищены конструктивом, исключающим случайное, и усложняющим умышленное повреждение.
3. Методическое обеспечение. Широкие возможности индивидуального использования означают дополнительные трудности в интеграции в учебный процесс. Для максимально комфортного запуска новых устройств в работу, они должны быть подкреплены методическим обеспечением: продуманными объектами исследования, указаниями для учеников и учителей.
4. Полное сохранение совместимости. Открытая архитектура, позволяющая выполнять творческую и исследовательскую работу, поддержка программирования в LabVIEW и других средах — все примененные технические решения должны обеспечивать совместимость.
5. Соответствие образовательным стандартам. Выполняемые работы должны быть полностью применимы в учебной программе, а также позволять проводить факультативные занятия и стимулировать проектную деятельность школьников.
6. Безопасность. Ни один компонент лабораторного оборудования не должен представлять потенциальной опасности. Уровни напряжения должны соответствовать безопасному сверхнизкому напряжению. Не должно быть колющих и режущих частей. Исключено применение вредных материалов.

Создание

В качестве основной системы сбора данных была выбрана учебная платформа National Instruments myDAQ. Обладая неоспоримыми преимуществами для студентов, платформа обнаружила ряд недостатков для применения в школе.

- Базовый разъем для периферии мог быть по неосторожности либо намеренно поврежден неправильной установкой сменных блоков. Защиты от перекоса или изгиба конструкция данного устройства не предусматривает. Обеспечить длительное безотказное функционирование в условиях школы в данном конструктиве оказывается затруднительно.



*NI myDAQ с подключенной платой
(фото с сайта National Instruments)*

- Программное обеспечение данного устройства — восемь виртуальных приборов программного драйвера NI ELVISmx: мультиметр, осциллограф, генератор стандартных сигналов, анализатор АЧХ/ФЧХ, спектроанализатор, генератор сигналов произвольной формы, устройство цифрового ввода, устройство цифрового вывода. Данный набор виртуальных приборов актуален для студентов, но является избыточным для школьников, и каждый отдельный прибор в этом перечне обладает профессиональным интерфейсом, освоение которого является отдельной учебной задачей, далеко за пределами школьной программы.
- Измерительные щупы мультиметра из комплекта прибора имеют типовую промышленную конструкцию. Среди прочего это означает, что они заострены на концах и легко могут нанести травму при неаккуратном обращении. Кроме того, в большинстве типовых приложений модуль используется либо в режиме вольтметра, либо в режиме амперметра. При этом щупы требуют перекоммутации. В учебных лабораторных задачах это затруднительно.
- Устройство поставляется без какого-либо методического обеспечения либо объектов исследования, что также актуально во всем многообразии учебно-исследовательских задач вузов и колледжей, но является серьезной преградой для применения в школе.

Для решения первой проблемы был спроектирован новый конструктив. Корпус предлагается выполнять из прозрачного пластика, для наглядного представления внутреннего устройства современных устройств сбора данных. Основная оригинальная идея — направляю-



*Разработанный конструктив
с полозьями-направляющими для плат*



Внешний вид программного обеспечения лаборатории ЭЛЛА

щие для сменных лабораторных плат. Такая конструкция, во-первых, исключает неверную установку платы в разъем, случайный или преднамеренный переключатель, нагрузку на разъем во время работы, а во-вторых, обеспечивает защиту от замыкания контактных площадок нижней платы канцелярскими изделиями на столе во время выполнения работ.

Программное обеспечение лаборатории было написано с нуля и является максимально простым в освоении. Архитектура интерфейса зрительно повторяет аппаратную конструкцию УСД-платы, где в левой части организовано управление источниками питания, а в правой — представление результатов измерений. Программа определяет подключенную плату с лабораторными работами, и адаптирует интерфейс к выполнению занятий на каждой конкретной плате.

Кроме того, органы управления разработаны с прицелом на все большее распространение компьютеров с сенсорными экранами. Весь интерфейс может быть описан термином «сенсорно-ориентированный», то есть обладает крупными интерактивными элементами с низкой плотностью размещения, что позволяет компенсировать неизбежные случайные ошибки при управлении касаниями.

Вместо двух щупов мультиметра, представляющих некоторую опасность нанесения травмы, лаборатория ЭЛЛА включает три нетиповых измерительных кабеля со штыревыми разъемами с гибкими ламелями, называемыми в западной терминологии «разъем-банан», диаметром 2 и 4 мм на концах. Такие разъемы полностью совместимы с клеммами мультиметра на одной стороне, гнездами на платах на другой, а также имеют скругленные наконечники и безопасны в использовании.

Для быстрого внедрения платформы в школьный курс физики были разработаны 6 сменных лабораторных плат с элементами схем для выполнения лабо-

раторных работ по различным разделам программы и для факультативных занятий. Это платы «Постоянный ток», «Переменный ток», «Трансформатор», «Электронные схемы», «Альтернативная энергетика» и «Проектирование». Для каждой платы написаны методические указания, подробно описывающие процесс выполнения работ, содержащие теоретические обоснования и задания для оформления отчета по работе.

Для оформления отчета, данные из программного обеспечения легко экспортируются встроенными средствами, сохраняются в файл, копируются в текстовые и графические редакторы.

Все оборудование лабораторного комплекса ЭЛЛА получает питание от порта USB компьютера. Максимальные уровни напряжения — 10 вольт, а мощность не превышает 2,5 ватт для всей установки, включая не только изучаемую схему, доступную ученику, но и устройство сбора данных. Таким образом, поражение электрическим током исключено. Это же ограничение накладывает определенные рамки на выполняемые эксперименты — для демонстрации физических эффектов, требующих большей энергии, применены методические решения, например, демонстрация на различных частотах, или применение делителей.

Кроме этого, были предусмотрены меры по повышению ремонтопригодности: в дизайне печатных плат и выборе электронных компонентов, кроме общепринятых задач снижения издержек или, к примеру, электромагнитной совместимости, принимались во внимание также физические размеры используемых элементов. Итогом стали платы, для ремонта которых требуется минимальная квалификация монтажника и минимум технических средств.

Внедрение

Описанные выше решения и подходы нашли реализацию с применением современных методов быстрого прототипирования, графической разработки систем и опытного производства. Для проверки идей конструкции корпуса была использована 3D-печать. Эта перспективная технология показала отличные результаты, но также значительное расхождение качества готовых изделий в зависимости от поколения используемого оборудования. Финальный прототип продемонстрировал полную состоятельность заложенной идеи — установить лабораторную плату в главный разъем УСД под углом или вверх ногами совершенно невозможно.



Платы лабораторных работ



Образцы трехмерной печати корпуса низкого и высокого качества