

Модернизация образования современными технологиями: учебно-лабораторный программно-аппаратный комплекс «Химия в школе»



С. В. Романенко,
Томский политехнический университет



Э. С. Романенко,
Томский политехнический университет



А. Г. Кагиров,
Томский политехнический университет



А. П. Топоркова,
Томский политехнический университет



А. Г. Лейтман,
ООО «Универсальные образовательные технологии»

Приведена история плодотворного сотрудничества Томского политехнического университета и ООО «Универсальные образовательные технологии» в сфере разработки и внедрения инновационных учебно-лабораторных комплексов в области химии. В статье описана разработка нового инновационного продукта «Учебно-лабораторный программно-аппаратный комплекс «Химия в школе», иницированная программой «Модернизация образования современными технологиями» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Применение комплекса в учебном процессе общеобразовательной школы создаст новую ориентированную на учеников среду, позволяющую повысить степень усвоения программы по химии, как на уровне базового и профильного изучения предмета, так и на углубленном уровне с расширенными возможностями построения индивидуальной образовательной траектории учащихся.

Ключевые слова: химия, школа, углубленное изучение, учебно-лабораторный комплекс, элективные курсы, химический эксперимент.

Малое инновационное предприятие «Универсальные образовательные технологии» (ООО «Унитех») было создано в 2003 г. Деятельность предприятия направлена на внедрение учебно-лабораторных комплексов для проведения химических экспериментов в образовательных учреждениях. В настоящее время сотрудниками предприятия совместно с учеными Томского политехнического университета (ТПУ) разработаны учебно-лабораторные комплексы для обеспечения лабораторных практикумов по курсам физической химии, общей химии и экологического мониторинга вузов (УЛК «Химия», УЛК «Общая химия», УЛК «Экологический мониторинг»).

В основу комплексов положен модульный принцип, когда для проведения эксперимента к универсальному контроллеру подключается один из лабораторных модулей: «Термостат-калориметр», «Электрохимия», «Термический анализ» или «Фотоколориметр». Контроллер управляет подключенными устройствами, имеет встроенный источник тока и напряжения и позволяет измерять температуру, разность потенциалов, силу тока, сопротивление и рН. Работа с комплексом осуществляется автономно либо с персонального компьютера. Для подключения компьютера не требуется специальных плат сопряжения. Программное обеспечение позволяет производить гибкое управление комплексом и обработку полученной информации

(построение графиков и таблиц, первичную обработку графиков, линеаризацию зависимостей и их статистическую обработку, построение результирующих графиков), облегчает оформление отчетов.

В состав комплексов входят методические пособия, содержащие как теоретическую информацию по изучаемому разделу химии, так и детальное описание проведения лабораторных работ. В целом разработано и внедрено в практику более ста лабораторных работ.

Учебно-лабораторные комплексы «Химия», «Общая химия» и «Экологический мониторинг» используются в учебном процессе более ста пятидесяти высших учебных заведений Российской Федерации, Республик Казахстана и Белоруссии.

В 2012 г. деятельность коллектива разработчиков ТПУ и ООО «Унитех» в области новых разработок была направлена на создание учебного оборудования для проведения химического эксперимента в школах. Победа в конкурсе «Модернизация образования современными технологиями» («МОСТ»), организованном Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, дала мощный толчок в разработке нового оборудования и развитии предприятия. Специалистами Фонда были определены четкие и согласованные с новыми федеральными стандартами образования требования к созданию современного программно-аппаратного комплекса. Это позволило в 2014 г. разработать учебно-лабораторный программно-аппаратный комплекс (УЛПАК) «Химия в школе».

Актуальность разработки УЛПАК «Химия в школе» была обусловлена требованиями федеральных государственных образовательных стандартов к результатам освоения образовательной программы по химии, такими как:

- Приобретение учащимися опыта использования различных методов изучения веществ: наблюдения за их превращениями при проведении несложных химических экспериментов с использованием лабораторного оборудования и приборов.
- Владение основными методами научного познания, используемыми в химии: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать, объяснять результаты проведенных опытов и делать выводы; готовность и способность применять методы познания при решении практических задач.
- Владение методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием; владение навыками описания, анализа и оценки достоверности полученного результата задач.

Актуальность создания УЛПАК «Химия в школе» была вызвана еще и тем, что большое количество школьных кабинетов химии оснащено только химическими реактивами и посудой. Некоторые передовые школы укомплектованы цифровыми лабораторными комплексами зарубежных производителей или отечественными цифровыми лабораториями для демонстрационного эксперимента. Следует отметить, что цифровые лаборатории, как зарубежных, так и отечественных

производителей, прежде всего, ориентированы либо на проведение демонстрационного эксперимента, либо на выполнение учениками экспериментальных работ в рамках внеурочной деятельности. Кроме того такие цифровые лаборатории требуют доукомплектации дополнительным оборудованием и вспомогательными устройствами (например, нагреватели, штативы, мешалки) для постановки эксперимента. УЛПАК «Химия в школе» представляет собой универсальное решение, позволяющее выполнять не только демонстрационные эксперименты или проводить с учащимися эксперименты в рамках индивидуальных занятий, но и организовать фронтальные лабораторные и практические работы в соответствии в федеральным образовательным стандартом по химии.

Учебно-лабораторный программно-аппаратный комплекс «Химия в школе» представляет собой совокупность лабораторных модулей «Рабочее место ученика» для проведения фронтальных и индивидуальных лабораторных и практических работ, демонстрационного модуля «Рабочее место учителя» для проведения демонстрационного эксперимента (рис. 1), программного и методического обеспечения.

Комплекс «Химия в школе» предназначен для использования на уроках химии в 8–11 классах с учениками по химии из федерального перечня учебников, рекомендованных Министерством образования и науки Российской Федерации к использованию в образовательном процессе в общеобразовательных учреждениях, при проведении демонстрационных, лабораторных опытов и практических работ.

Идеология использования УЛПАК предполагает возможность постепенного введения новых понятий и расширения экспериментальных возможностей комплекса по мере освоения школьной программы по химии с 8-го по 11-й классы. При этом в начале освоения образовательной программы по химии расширенные функции УЛПАК блокируются как на механическом уровне, так и на программном — управление осуществляется через упрощенный интерфейс.

Одной из главных отличительных особенностей УЛПАК «Химия в школе» является то, что в его состав входят не только измерительные устройства, вспомогательное оборудование, но и большой перечень методических разработок для организации проведения занятий: описание проведения ученических экспери-



Рис. 1. Демонстрационный модуль «Рабочее место учителя» УЛПАК «Химия в школе»

ментов и демонстрационных опытов для базового и профильного уровней программы по химии, описание работ для углубленного изучения химии, для организации практико-ориентированных элективных курсов, проектной и научно-исследовательской деятельности учащихся. Спецификой комплекса является расширенный перечень программных продуктов, позволяющих управлять лабораторными и демонстрационным модулями. Концепция программных продуктов позволяет ученикам оперативно получать и обрабатывать экспериментальную информацию, строить таблицы и графики, оформлять отчеты, а учителю получать информацию о состоянии модулей учащихся, полученных ими результатах измерений, либо осуществлять управление модулями в экстренных случаях.

Концепция УЛПАК «Химия в школе» предполагает реализацию нескольких принципиальных требований:

1. Простота: интуитивно понятный интерфейс, усложняющийся по мере освоения образовательной программы и введения новых понятий, адаптированный к школьной программе, не требующий от учащихся специальных навыков.
2. Удобство и эргономичность: бионическая форма основного корпуса, минимальное число соединительных проводов; отсутствие необходимости использования дополнительного оборудования; использование беспроводных технологий, позволяющих производить как управление отдельными модулями, так и сбор экспериментальных данных с модулей учеников. Управление экспериментом может осуществляться с мобильных устройств на различных платформах. С рабочего места учителя можно контролировать работу приборов учащихся всего класса, при этом учитель видит информацию о текущем состоянии устройства, а также имеет возможность управления настройками модулей.
3. Вандалоустойчивость: отсутствие хрупких, непрочных частей комплекса, устойчивое основание, пленочная клавиатура.
4. Безопасность: напряжение питания ученических модулей соответствует требованиям безопасности для школьных лабораторий – 42 В, в комплексе использованы термоиндикаторные краски нового поколения, изменяющие цвет нагреваемых выше 50°С поверхностей, что сигнализирует ученику об опасности ожога.
5. Компактность и универсальность: совмещение в одном приборе большого числа управляющих, измерительных и вспомогательных устройств, помогающих ученикам качественно и наглядно провести эксперимент (нагревательная плитка, нагреватель пробирок, термостат, магнитная мешалка, электролизер, вольтметр, освещение рабочей зоны, штативы, более 20 измерительных датчиков). Отдельные лабораторные модули могут функционировать автономно, не требуя подключения к персональному компьютеру. Основные возможности и технические характеристики комплекса представлены в табл. 1.

УЛПАК «Химия в школе» позволяет реализовать деятельностный, практикоориентированный подход

Таблица 1

Основные возможности и технические характеристики УЛПАК «Химия в школе»

Составляющие УЛПАК	Технические характеристики
Пробирконагреватель	40–300°С
Нагревательная плитка	40–200°С
Термостат (водяная или песочная баня)	40–200°С
Магнитная мешалка	Возможность перемешивания содержимого колб, стаканов, пробирок
Устройство для электролиза с кулонометром	0–400 мА, 0–1000 Кл
Датчики температуры	– 40...+150°С, –40–1000°С
Погружные фотоколориметрические датчики на пять длин волн	От 0,03 до 1,50 единиц оптической плотности
Кондуктометрический датчик со световой индикацией	0,001–100 МСм/см
Вольтметр	– 2,5...2,5 В, погрешность ±0,002 В
pH-метр	0–14 pH
Вольтметр-иономер	Определение концентрации нитрат-, нитрит-, фторид-, кальций-, натрий-, калий-ионов
Газовые датчики	NO _x , CO, CO ₂ , O ₂ , влажность

при овладении учащимися компетенциями в предметной области «химия» и обеспечить активизацию учебно-познавательной деятельности обучающихся, повышение эффективности усвоения знаний и более глубокое понимание учебного материала, построение образовательного процесса с учетом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся.

Реформа образования, интенсивно проводимая в последние годы в РФ, поддерживается государством через программы, финансируемые фондами развития. Особую роль в поддержке модернизации общего образования играет Фонд. Программа «МОСТ» позволяет реализовать самые современные инновационные идеи индивидуализированного подхода в массовом образовании. Применение учебно-лабораторного программно-аппаратного комплекса «Химия в школе» в учебном процессе общеобразовательной школы создает новую ориентированную на учеников среду, позволяющую повысить степень усвоения программы по химии как на уровне базового и профильного изучения предмета, так и на углубленном уровне с расширенными возможностями построения индивидуальной образовательной траектории учащихся.

Education modernization by modern technology: educational laboratory hardware and software system «Chemistry for school»
S. V. Romanenko, E. S. Romanenko, A. G. Kagirov, A. P. Toporkova,
 Tomsk Polytechnic University. **A. G. Leytman**, LTD «Universal Educational Technology».

The history of fruitful cooperation of Tomsk Polytechnic University and LLC «Universal educational technologies» in the development and application of innovative educational laboratory systems in chemistry is presented. The article describes the development of a new innovative product «Educational laboratory hardware and software system «Chemistry for school», initiated the program «Education modernization by modern technology» of the Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises. The use of the system for educational process in schools will create a new pupil-oriented environment, allowing to increase the degree of retention of chemistry educational program, both at a level of basic and specialized study of the subject, and at an advanced level with extended features for individual educational path implementation of pupils.

Keywords: chemistry, school, depth study, educational laboratory system, elective courses, chemical experiment.