

УДК 543.25

А. Е. Соколовский, кандидат химических наук, доцент (БГТУ);

А. К. Болвако, ассистент (БГТУ);

Е. В. Радион, кандидат химических наук,
доцент, заведующая кафедрой (БГТУ);

С. В. Черепица, кандидат физико-математических наук
(ООО «Новые аналитические системы»)

АКТУАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

За счет использования современного программного обеспечения UniChrom актуализированы лабораторные работы по инверсионной вольтамперометрии (ИВА). Важнейшими эффектами, полученными от внедрения пакета UniChrom в учебный процесс, являются обучение студентов работе в современной компьютерной среде и существенное сокращение времени на выполнение лабораторных работ за счет исключения рутинных расчетов.

Laboratory works on inversion voltamperometry method have been actualized due to introduction of modern software UniChrom. The most important effects of this inculcation are learning using modern software and significant laboratory work time shortening due to routine calculations exception.

Введение. В настоящее время перед системой высшего образования поставлена задача всемерного усиления практической подготовки будущих специалистов. При изучении общеобразовательных дисциплин эта задача может успешно решаться в рамках проведения лабораторных практикумов. В этой связи кафедра аналитической химии занимается непрерывным развитием и совершенствованием практикумов, прежде всего по физико-химическим методам анализа (ФХМА), в следующих направлениях:

- автоматизация лабораторных работ (ЛР) за счет постепенной замены традиционных аналитических приборов на приборы, оснащенные сервисными механизмами и электронными схемами;
- компьютеризация ЛР за счет оснащения аналитических приборов компьютерами с целью управления и обработки данных, а также за счет использования возможностей персонального компьютера для проведения математической и графической обработки результатов анализа.

Ранее нами был разработан и внедрен в учебный процесс лабораторный практикум по газожидкостной хроматографии с использованием программно-аппаратного комплекса UniChrom [1]. Этот комплекс оказался весьма надежным в работе, а использование адаптированного программного обеспечения (ПО) UniChrom – очень удобным для целей учебного процесса, в частности, для регистрации и обработки хроматограмм, а также формирования отчета о выполненной ЛР.

В этой связи целью настоящей работы являлось создание аналогичного программно-аппаратного комплекса для самостоятельного выполнения студентами ЛР по разделу «Инверсионная вольтамперометрия» курса «Аналитическая химия и ФХМА».

Метод ИВА получил широкое распространение для анализа многих объектов не только благодаря высоким метрологическим характеристикам, но и за счет легкости компьютеризации и автоматизации аналитических определений, сравнительно невысокой стоимости приборов и простоты работы на них [2]. С учетом того, что ИВА нашла применение при анализе сточных вод промышленных предприятий, для контроля качества питьевой воды и воды водоемов, состава технологических сред и т. п., изучение данного метода в курсе аналитической химии является очень важным при подготовке инженеров-технологов.

Для аппаратного оформления метода ИВА промышленно выпускается ряд приборов, однако каждый производитель комплектует приборы собственным ПО, не всегда удобным для конечного пользователя. В связи с этим одной из важнейших задач настоящей работы являлось создание удобного, интуитивно понятного и гибкого программного продукта, предназначенного для регистрации и обработки инверсионных вольтамперограмм.

Лабораторный практикум по ИВА на профильных общеобразовательных кафедрах большинства вузов Республики Беларусь и Российской Федерации не проводится ввиду высокой стоимости аппаратного оформления и сложности его эксплуатации. До настоящего времени большинство методических разработок ведущих вузов Республики Беларусь и СНГ ориентировано на использование аналоговой регистрации вольтамперограмм и последующую их обработку вручную. Это вряд ли потребует инженеру-технологу в будущей практической деятельности, поскольку все современное химико-аналитическое оборудование уже компьютеризировано.

Основная часть. В качестве современной компьютерной среды было выбрано ПО UniChrom, которое разработано ООО «Новые аналитические системы», г. Минск. Аргументами в пользу такого выбора послужило следующее:

– ПО UniChrom предназначено для автоматизации, управления и систематизации процессов хроматографических исследований и анализов в лабораторных и заводских условиях;

– UniChrom является эффективным инструментом для формирования единой измерительно-информационной среды;

– система регистрации и обработки хроматографических данных UniChrom отличается высоким научно-техническим уровнем решения проблем контроля, управления, сбора, обработки, хранения и систематизации хроматографической информации в сочетании с простым и интуитивно понятным интерфейсом пользователя.

В работе использован полярограф ПУ-1 и электрохимический датчик «Модуль ЕМ-04» с вращающимся дисковым электродом, что позволило полностью автоматизировать процесс выполнения анализа (рис. 1).

Для регистрации и обработки инверсионных вольтамперограмм нами была выполнена адаптация ПО UniChrom, изначально разработанного для хроматографических исследований, для работы с полярографом ПУ-1. Были созданы шаблоны для проведения количественного анализа микрограммовых содержаний веществ методом анодной ИВА. По сравнению с газовой хроматографией, при ИВА-определениях необходима одновременная регистрация двух независимых параметров – силы тока и потенциала рабочего электрода. С этой целью выполнена разработка специального драйвера для ПО UniChrom. Помимо возможности осуществлять

одновременную регистрацию двух независимых параметров, такой драйвер позволяет выполнить сопряжение ПО UniChrom не только с полярографом ПУ-1, но и с рядом других промышленно выпускаемых приборов, например, ТА или АВА.

Адаптация разработанного ПО была выполнена применительно к методике определения микроколичеств цинка, свинца и кадмия согласно ГОСТ Р 52180-2003. Данная методика применяется для одновременного определения микроколичеств ионов тяжелых металлов Zn^{2+} , Cd^{2+} и Pb^{2+} в питьевой воде, природных водах, очищенных сточных водах.

Стандартная методика предполагает проведение анализа с применением метода добавок. Однако, учитывая высокую точность и воспроизводимость результатов инверсионно-вольтамперометрических измерений и строгое соблюдение линейной зависимости аналитического сигнала от концентрации, можно использовать любой прямой прием нахождения неизвестной концентрации. В этой связи нами были разработаны шаблоны для ПО UniChrom, обеспечивающие выполнение ИВА-определений с использованием методов градуировочного графика, ограничивающих растворов и добавок. Предусмотрена также возможность осуществлять необходимую статистическую обработку результатов измерений, прежде всего, автоматическое усреднение результатов анализа при регистрации нескольких вольтамперограмм. В качестве аналитического сигнала студент может выбрать либо высоту пика, либо его площадь. Возможности ПО позволяют представлять результаты измерений с расчетом дисперсий и стандартных отклонений, погрешностей градуировочного графика и др.

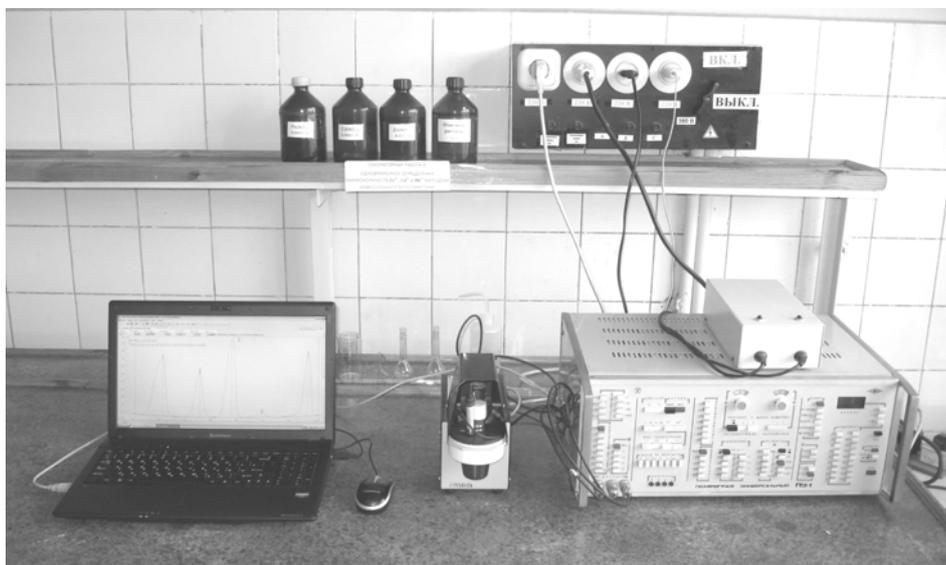


Рис. 1. Внешний вид лабораторной установки

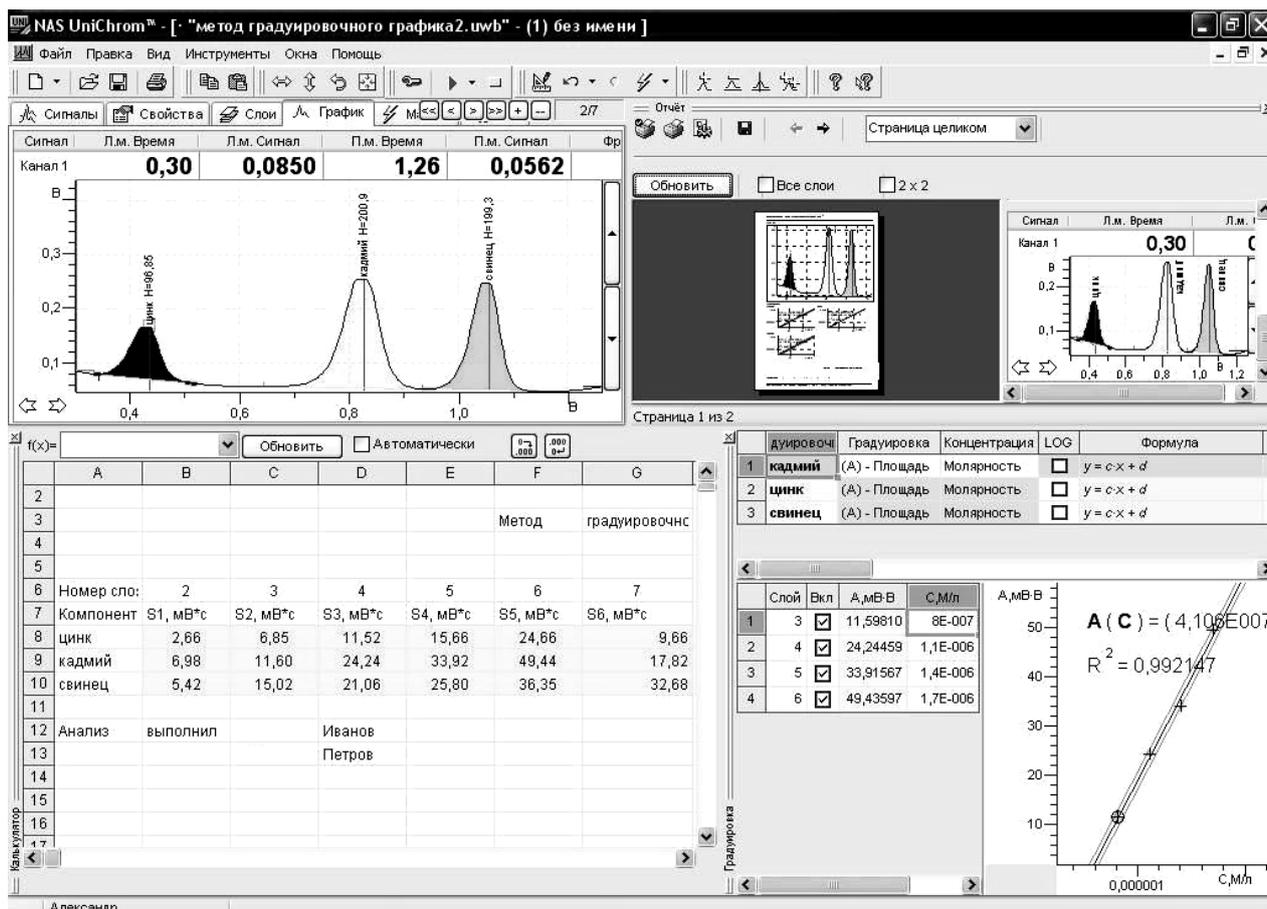


Рис. 2. Интерфейс приложения

Интерфейс разработанного шаблона с использованием метода градуировочного графика приведен на рис. 2. Основными рабочими областями являются: область регистрации вольт-амперограммы; вид получаемого отчета; значения величин зарегистрированных пиков и результаты расчета; вид градуировочной кривой, используемой для вычислений, с возможностью ручной корректировки (исключение выпадающих точек).

Применению разработанных шаблонов для ПО UniChrom преподаватель может обучить студентов за 10 мин, а компьютерно грамотные студенты могут выполнить ЛР полностью самостоятельно.

Заключение. В настоящее время все студенты III курса химико-технологических специальностей выполняют ЛР по ИВА с использованием системы UniChrom. В процессе самостоятельного выполнения ЛР модернизированного практикума [3] студенты приобретают навыки работы с современным пакетом ПО.

Важнейшими эффектами, полученными от внедрения пакета ПО UniChrom в учебный процесс, являются обучение студентов работе в современной компьютерной среде и существенное сокращение времени на выполнение лабораторной работы за счет исключения рутинных расчетов.

Литература

1. Практикум по газожидкостной хроматографии с использованием аппаратно-программного комплекса UniChrom / А. Е. Соколовский [и др.] // Труды БГТУ. Сер. VIII, Учеб.-метод. работа. – 2009. – Вып. X. – С. 233–236.
2. Будников, Г. К. Основы современного электрохимического анализа / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев. – М.: Мир, 2003. – 592 с.
3. Физико-химические методы анализа: лаб. практикум / Е. В. Радион [и др.]. – Минск: БГТУ, 2010. – 110 с.

Поступила 15.04.2011