

Стожко Н.Ю., Чернышева А.В., Мирошникова Е.Г.,  
Белышева Г.М., Арманшина А.Б., Попова А.В., Сокерин Т.А.

## **ВИРТУАЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ПРАКТИКУМЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Stozhko N., Chernysheva A., Belysheva G., Miroshnikova E.,  
Armanshina A., Popova A., Sokerin T.

## **VIRTUAL LABORATORY WORKS IN THE PRACTICAL COURSE OF THE PHOTOMETRIC ANALYSIS**

*meg\_304@usue.ru*

*Уральский государственный экономический университет  
г. Екатеринбург*



*Представлены компьютерные разработки по фотометрическому анализу, способствующие повышению качества химической подготовки студентов.*

*Computer programs for the photometric analysis, promoting improvement of quality of chemical training of students are submitted.*

Информационные и коммуникационные технологии во всем мире признаны ключевыми технологиями XXI в. В связи с этим широкое внедрение информационных технологий в современную систему образования является одним из факторов повышения качества и эффективности процесса подготовки будущих специалистов.

Любая область специальных дисциплин остро нуждается в специализированных программных продуктах и информационных технологиях. В частности, необходимость использования вычислительной техники при обработке экспериментальной химической информации обусловлена трудоемкостью расчетов и требованием повышения качества получаемых результатов, так как сокращение сроков выполнения рутинной работы путем автоматизации расчетов позволяет увеличить долю времени для выполнения творческой работы студентами.

Различные новые формы организации образовательного процесса уже несколько лет разрабатываются и используются в учебной и научной деятельности кафедры физики и химии Уральского государственного экономического университета [1,2]. Важнейшим достижением здесь является формирование программного аналитического комплекса, включающего уже более тридцати официально признанных компьютерных разработок. Успех этой деятельности во многом определяется тесным сотрудничеством работников кафедры и студентов – будущих IT-специалистов.

Химический анализ – сложный многостадийный процесс, включающий выбор метода анализа, отбор пробы, подготовку пробы к анализу, проведение

измерения, обработку результатов измерений. После отбора и подготовки пробы наступает стадия собственно анализа, на которой определяют количество искомого компонента. Для этого измеряют аналитический сигнал – физическую величину, функционально связанную с содержанием компонента. Вид этой функциональной зависимости устанавливают предварительно или в процессе анализа, используя метод градуировочного графика, метод добавок и др. Обработку экспериментальной химической информации условно можно разделить на четыре этапа:

1. Получение исходных экспериментальных данных.
2. Ввод полученной экспериментальной информации в программу для ЭВМ.
3. Решение поставленной исследовательской задачи с помощью программы для ЭВМ.
4. Статистическая обработка полученных результатов и выдача итоговой информации исследователю.

К числу широко распространенных методов физико-химического анализа относится фотометрия. Этот метод основан на способности различных веществ поглощать электромагнитное излучение в видимой части спектра. На лабораторных занятиях будущие технологи общественного питания, товароведы, эксперты пищевых производств, организаторы ресторанного дела выполняют фотометрические определения ионов железа в коньяке (или коньячных напитках), оксида кремния в стиральных порошках и сахарозы в кондитерских изделиях (карамели).

Аналитическим сигналом (АС) в этом случае является так называемая оптическая плотность  $A$ . Для определения содержания искомого компонента применяют метод градуировочного графика. Метод основан на использовании образцов сравнения (эталонных, стандартных, градуировочных растворов), т.е. образцов с различным и точно известным содержанием определяемого компонента. Для каждого из этих образцов

измеряют оптическую плотность, выявляя таким образом зависимость  $AC = f(C)$ .

Наглядное представление вышеизложенной методики реализовано в программе «Автоматизированная виртуальная обучающая лабораторная работа по определению содержания общего сахара в леденцовой карамели методом фотоколориметрии (D-Автолаб)» [3]. Программа обеспечивает виртуальное знакомство с теорией и основными этапами данной лабораторной работы, получением экспериментальных данных, отработкой базовых навыков работы на химическом оборудовании. В программе реализованы текстовые подсказки с указанием последовательности действий. Анимированные элементы позволяют управлять виртуальными устройствами с помощью манипулятора мышь: студент может изменять пределы измерения виртуальных приборов (фотоэлектроколориметра, весов); имитировать работу с пипетками, колбами, промывалкой. Визуальное восприятие виртуальной лабораторной работы идентично восприятию реальной работы на химическом оборудовании. Пользователю программы предоставлена возможность почувствовать себя в классе для проведения лабораторных работ (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент виртуальной лабораторной работы «D-Автолаб» – измерение

оптической плотности градуировочных растворов с использованием  
фотоэлектроколориметра КФК-2МП

Программа позволяет выполнять следующие операции: подготовку образца к анализу, расчет и взвешивание реактивов, приготовление растворов, проведение виртуальных измерений оптической плотности, построение градуировочного графика и обработку экспериментальных данных. Реализована возможность проверки степени усвоения теоретического и практического материала по рассмотренному методу анализа путем проведения тестового контроля с разбором сделанных ошибки. Причем блок тестирования может быть использован и после проведения реальной лабораторной работы.

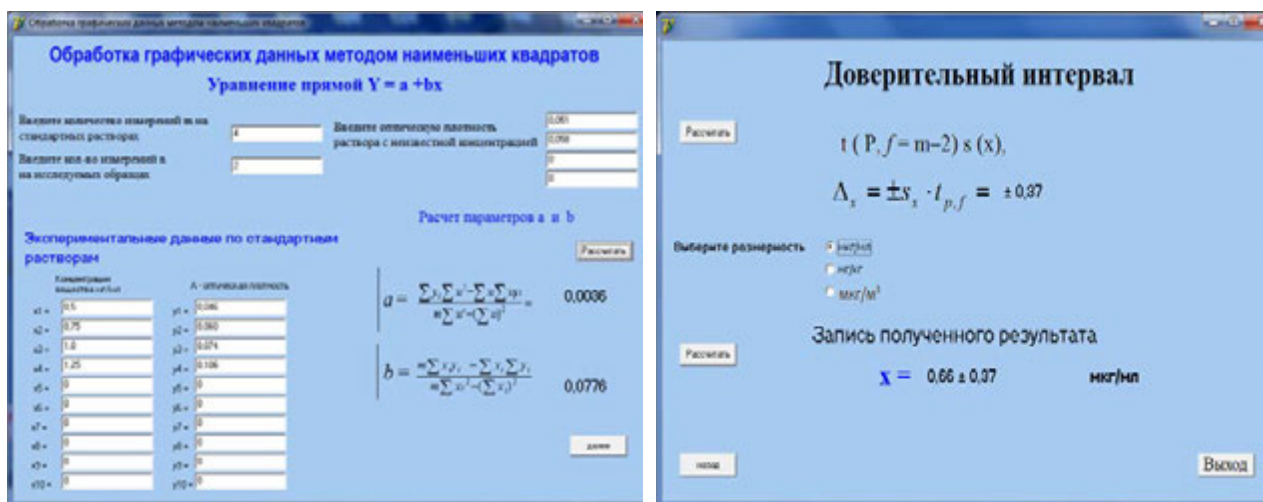
Разработка виртуальной лабораторной работы выполнена с использованием таких технологических средств, как HTML, JavaScript, CSS, благодаря гибкости и универсальности которых можно создавать, например, движущиеся объекты, применять эффекты увеличения и масштабирования. В программе реализован специальный механизм, обеспечивающий целостность и пошаговость программного процесса.

Применение такой виртуальной обучающей программы активизирует познавательную деятельность студентов, делает сложный изучаемый материал более доступным и понятным, адаптирует студентов к выполнению реальной лабораторной работы на сложном оборудовании и повышает качество их знаний.

В «Программе автоматизированного определения суммарной концентрации ионов железа в коньяке фотометрическим методом (Fe-ФЭК)» [4] сделан акцент на развитие у студентов навыков обработки экспериментальных данных с применением методов математической статистики. Данный аспект является весьма актуальным, поскольку разброс экспериментальных точек (результатов измерений) из-за различных погрешностей выполнения анализа приводит к субъективным ошибкам при

построении градуировочного (калибровочного) графика. Для получения более точного результата вместо графического построения можно рассчитать градуировочную зависимость в аналитическом виде, например, используя метод наименьших квадратов (МНК).

Экспериментальные значения оптической плотности стандартных (градуировочных) растворов и исследуемого образца вводят в соответствующие окна программы «Fe-ФЭК», как показано на рисунке 2а. В последовательно открывающихся окнах студент-исследователь путем нажатия программной клавиши «Рассчитать» производит обработку данных с использованием постулата МНК и элементов математической статистики. Таким образом, получают параметры градуировочной зависимости  $AC = a + b \times C$  и собственно уравнение регрессии. В итоге (рис.2б) будет определено общее содержание ионов железа в анализируемом образце (коньяка или коньячного напитка) с оценкой погрешности полученного результата.



а

б

Рис. 2. Основное окно программы «Fe-ФЭК»

с экспериментальными данными (а) и с результатом анализа (б)

В результате создания программы «Fe-ФЭК» появились возможности:

– автоматизированного определения суммарного содержания железа в коньяках и коньячных напитках фотометрическим методом

анализа с получением конечного результата и с оценкой достоверности результатов;

– использования метода наименьших квадратов для расчета формулы градуировочного графика, визуализации всех расчетных формул МНК и последовательности выполнения операций с ними при определении содержания железа в коньяках и коньячных напитках;

– сокращения времени выполнения и уменьшения трудоемкости лабораторной работы.

По материалам представленных работ получены Свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ [3,4].

В заключение необходимо отметить, что автоматизация процессов учебной деятельности студентов, реализованная на базе средств информационно-коммуникационных технологий, способствует развитию личности студента за счет приобщения его к экспериментально-исследовательской деятельности, повышения мотивации к учебе. Одновременно решается задача по подготовке квалифицированных специалистов (бакалавров и магистров), обладающих высоким уровнем сформированности профессиональной и общекультурной компетентности. Все вышесказанное касается как студентов-пользователей, так и непосредственных разработчиков представленных программных продуктов.

### **Библиографический список**

1. Стожко Н.Ю., Чернышева А.В., Бельшева Г.М., Мирошникова Е.Г., Подшивалова Е.М. Разработка и внедрение программного аналитического комплекса для изучения химии в вузе. Сборник материалов X Международной научно-методической конференции «Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ-2013)» (Екатеринбург, 06-08 февраля 2013 г.) УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина.

2. Belysheva G.M., Stozhko N.Yu. Computer technologies as an innovative component of studying of chemistry in Ural State University of

Economics. Междун. Сб. научных статей «Северо-восточный азиатский академический форум» Универ-т «Кайнар» (Семей), Казахстан 2012г., С.219-221.

3. Сокерин Т.А., Бельшева Г.М., Стожко Н.Ю., Чернышева А.В. «Автоматизированная виртуальная обучающая лабораторная работа по определению содержания сахара в леденцовой карамели методом фотоэлектроколориметрии (D-Автолаб)» Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013616616 от 12.07.2013г.

4. Попова А.В., Арманшина А.Б., Чернышева А.В., Стожко Н.Ю., Мирошникова Е.Г. «Программа автоматизированного определения суммарной концентрации ионов железа в коньяке фотометрическим методом анализа (Fe-ФЭК)» Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013660259 от 29.10.2013г.