

# Результаты опытной эксплуатации системы мониторинга учебного процесса «Электронная лаборатория»

**Сергей Петрович Якимов,**

доцент кафедры информационных технологий Сибирского государственного технологического университета (г. Красноярск), кандидат технических наук

**Елена Михайловна Товбис,**

кандидат технических наук, кафедра информационных технологий СГТУ

**Игорь Ярославович Дорошенко,**

аспирант кафедры информационных технологий СГТУ

ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА «ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ» ЯВЛЯЛОСЬ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ СРЕДЫ, ОБЪЕДИНЯЮЩЕЙ РАЗЛИЧНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО УЧЁТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЕГО СУБЪЕКТОВ. ПРИ ЭТОМ СТАВИЛИСЬ ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИИ БЛОКОВ (МОДУЛЕЙ) МОНИТОРИНГОВОЙ СИСТЕМЫ С УЧЁТОМ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНОГО ПЛАНА В УСЛОВИЯХ ЛИЧНОСТНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ. ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВОДИЛАСЬ В ТЕЧЕНИЕ ДВУХ ЛЕТ НА БАЗЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ ГОУ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В РАМКАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН «ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ» И «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ».

Практически в каждом учебном заведении в качестве учебных материалов в настоящее время активно используются различные программные разработки (в том числе авторские). Например, в курсе «Дискретная математика», читаемом в Сибирском государственном технологическом университете, широко применяются виртуальные лабораторные работы «Логика множеств», «Теория графов», «Графы», «Отношения», «Пути в графе», «Деревья и циклы». Для контроля текущей успеваемости используются различного рода тестирующие программы, в том числе работающие в сети Интернет. Всё чаще дорогостоящие реальные лабораторные установки заменяются подобными виртуальными лабораторными стендами. Набор применяемых при этом средств широк и разнообразен.

Однако, с другой стороны, становится практически невозможно управлять эффективностью обучения ввиду несвязанности виртуальных средств в единую обучающую систему. Зачастую изучение предметной области исподволь подменяется поиском недокументированных особенностей программы, моделирующей лабораторную установку или учебную ситуацию, особенно если речь идёт о самостоятельной работе, когда контроль действий учащегося со стороны педагога сведён к минимуму.

На текущий момент существует большое количество крупных программных комплексов, посвящённых поддержке учебного процесса (Learning Space и пр.). Однако внедрение подобных информационных систем

связано с рядом проблем. В их числе — непривычная языковая среда, высокая стоимость, технологически существенное изменение сложившегося учебного процесса, необходимость разработки большинства материалов «с нуля», сложность в использовании, возможность фальсификации выходных протоколов. Требования к написанию специализированных модулей по заложенным стандартам затрудняют внедрение авторских разработок в учебный процесс. Все эти проблемы стали предпосылками для проектирования архитектуры максимально простой системы мониторинга, легко интегрируемой в сложившийся учебный процесс и устойчивой к изменчивости образовательных программ.

### Структура информационной системы

Разработанная в Сибирском государственном технологическом университете система «Электронная лаборатория» позволяет охватить учебный процесс по каждой отдельно взятой учебной дисциплине и поддерживает следующие основные функции:

- формирование учебных планов;
- организация учебного процесса, формирование списка учащихся и мониторинг их индивидуальных образовательных траекторий;
- обучение.

Учебный план строится преподавателем по иерархическому принципу для каждого учащегося индивидуально. Для облегчения работы предусмотрена возможность составления общего для всех типового плана и автоматического копирования его пунктов в индивидуальный с последующей адаптацией к особенностям учащегося. При редактировании пунктов учебного плана педагогу предоставляется возможность выбора исполняемого модуля из справочника обучающихся, тестирующих и прочих программ, моделирующих предметную область или учебную ситуацию.

Блок обучения предназначен для выполнения учащимися заданий в соответствии с индивидуальным учебным планом. Учащийся вправе самостоятельно выстраивать порядок выполнения работ, но их состав и количество полностью определяются преподава-

телем и формируются в блоке организации учебного процесса в виде индивидуальной образовательной траектории.

В момент начала выполнения индивидуального задания управление передаётся исполняемому модулю (рисунок 1). Каждый исполняемый модуль работает независимо от других и моделирует фрагмент предметной области или учебную ситуацию, предоставляя учащемуся возможность самостоятельного изучения материала (электронный учебник, обучающая программа, презентация и т.д.), выполнения лабораторной работы (программа, моделирующая лабораторную установку, автоматизирующая рутинные расчёты и действия и т.д.), контроля знаний (тестирующая программа, оформленная в виде файла контрольная работа).

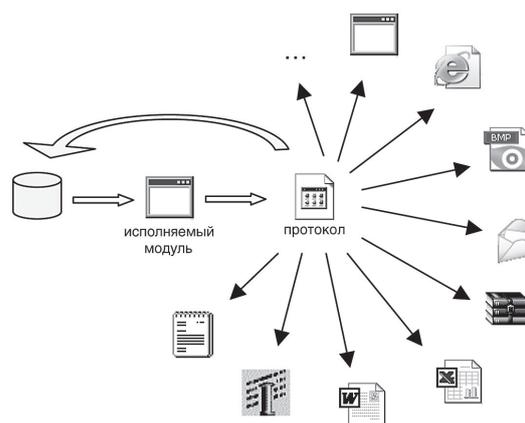


Рисунок 1. Схема работы с протоколами

В момент окончания выполнения индивидуального задания управление вновь берёт на себя система мониторинга. Созданный исполняемым модулем протокол в формате приложений Windows автоматически фиксируется в базе данных системы как очередной результат выполнения текущего задания, что позволяет преподавателю организовать персонализированный мониторинг процесса обучения. Под термином «протокол» понимаются записанные в отдельный файл и зафиксированные в базах данных во время единичного сеанса результаты работы исполняемого модуля. Такое архитектурное решение позволяет организовать, в том числе, и лабораторные работы по программированию. В этом случае сами разработанные в процессе выполнения лабораторной работы программы

рассматриваются и фиксируются в базах данных как протоколы работы учащегося с системой программирования, текстовым процессором и т.д., которые выступают в роли исполняемого приложения (текстовый процессор, транслятор).

Благодаря такому подходу существенно снижается возможность фальсификации результатов — все протоколы и исполняемые модули хранятся в таблицах базы данных, доступ к которым регламентируется средствами СУБД. Для объективной оценки результатов выполнения задания у преподавателя имеется возможность просмотра и тематической обработки всех протоколов, которые были получены в процессе выполнения учащимися плановых заданий.

Ниже рассматриваются некоторые возможности и аспекты использования системы мониторинга «Электронная лаборатория» в учебном процессе кафедр информационных технологий и органической химии Сибирского государственного технологического университета (СибГТУ).

### Особенности использования информационной системы в курсе «Программирование на языках высокого уровня»

Курс «Программирование на языках высокого уровня» читается на первом курсе студентам специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» и направления «Информатика и вычислительная техника». Он входит в цикл общепрофессиональных дисциплин. Согласно учебному плану объём дисциплины составляет 260 часов, из них 136 — аудиторных и 124 — самостоятельных, продолжительность курса — два семестра. В первом семестре изучаются темы «Арифметика действительных чисел», «Разветвления», «Простейшая целочисленная арифметика», «Простейшие циклы», «Массивы. Простейшие циклы», «Массивы. Циклы и разветвления», «Вложенные циклы и итерации», «Обработка матриц», по которым студентам необходимо решить 31 практическую задачу. Во втором семестре изучаются темы «Процедуры и функ-

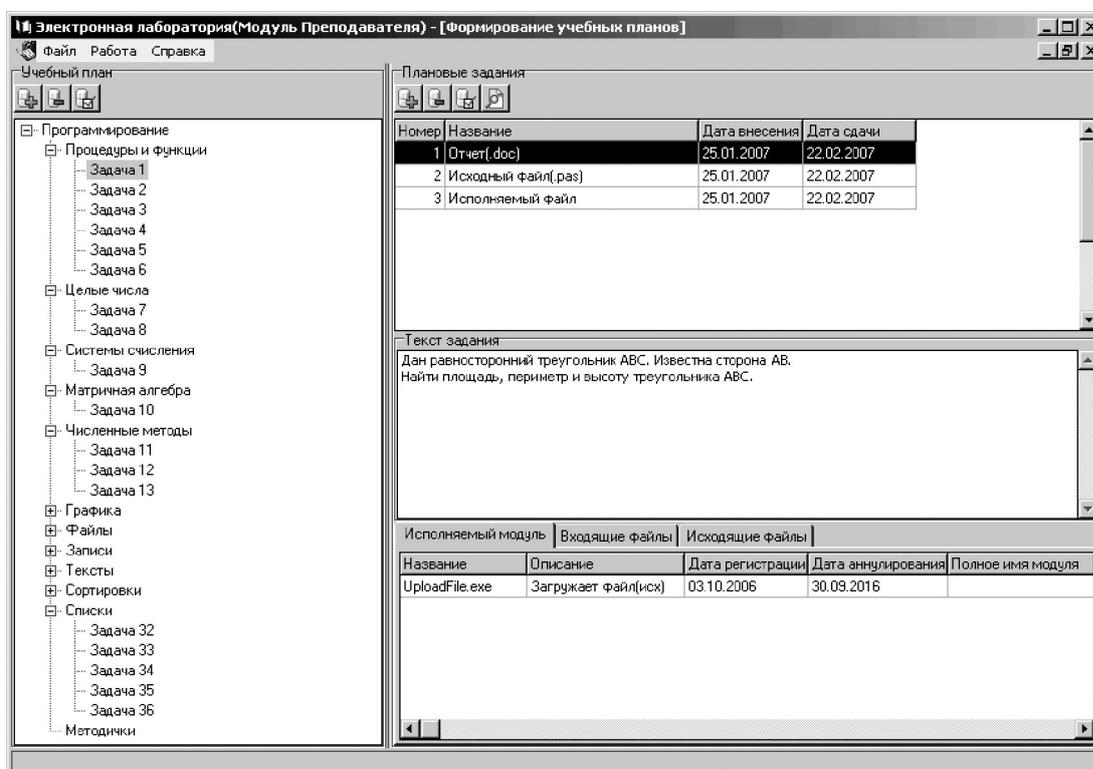


Рисунок 2. Формирование учебного плана для дисциплины «Программирование на языке высокого уровня»

ции», «Целые числа», «Системы счисления», «Матричная алгебра», «Численные методы», «Графика», «Файлы», «Записи», «Тексты», «Сортировки», «Списки», практический курс по которым составляет 36 задач. Структура сдаваемых результатов (отчёта по задаче) состоит из исходного кода программы, исполняемого файла и пояснительной записки. Задания выполняются студентами индивидуально, отчёт по ним отправляется преподавателю электронной почтой или традиционно при личной явке на занятие или консультацию.

Опытная эксплуатация системы «Электронная лаборатория» показала, что большинство учащихся отдадут предпочтение варианту с использованием электронной почты. Преимущества очевидны: как только отчёт оформлен, он незамедлительно может быть отправлен. Результаты проверки также отсылаются электронной почтой и появляются в личном почтовом ящике студента непосредственно сразу же после проверки преподавателем. Таким образом, при прохождении курса

учащиеся выполняют традиционные задания, не требующие никаких дополнительных программ кроме компиляторов языков программирования высокого уровня, установленных на персональном компьютере. Искажающее влияние системы мониторинга на технологический процесс обучения минимально. На рисунке 2 изображён внешний вид блока формирования учебного плана. На панели слева отображаются разделы типового учебного плана, а в таблице справа — задания, текст и информация об исполняемом модуле выбранного задания.

Группы учащихся формируются в блоке организации учебного процесса (рисунок 3). При этом типовой план автоматически делегируется каждому учащемуся и может быть индивидуально скорректирован. На правой панели сверху отображаются разделы учебного плана, снизу — все варианты отчётов, сданных учащимся по выбранному пункту индивидуального плана, а также результаты их проверки преподавателем. Система мониторинга фиксирует все

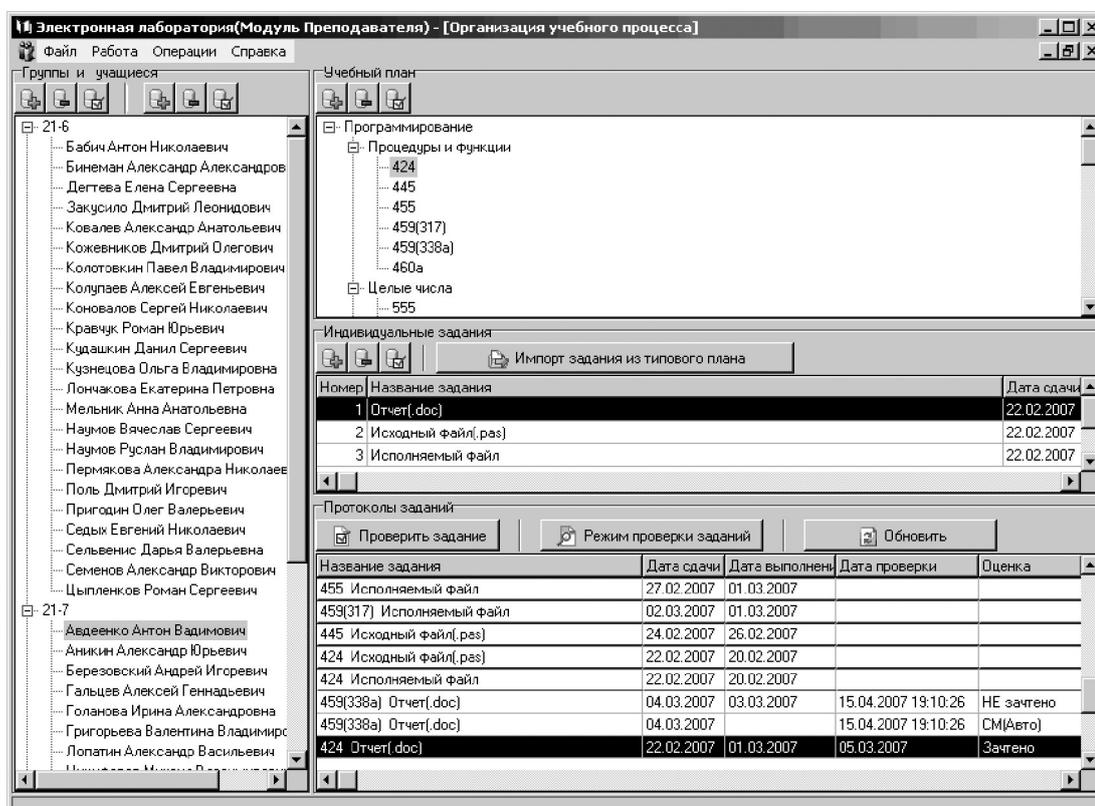


Рисунок 3. Организация учебного процесса

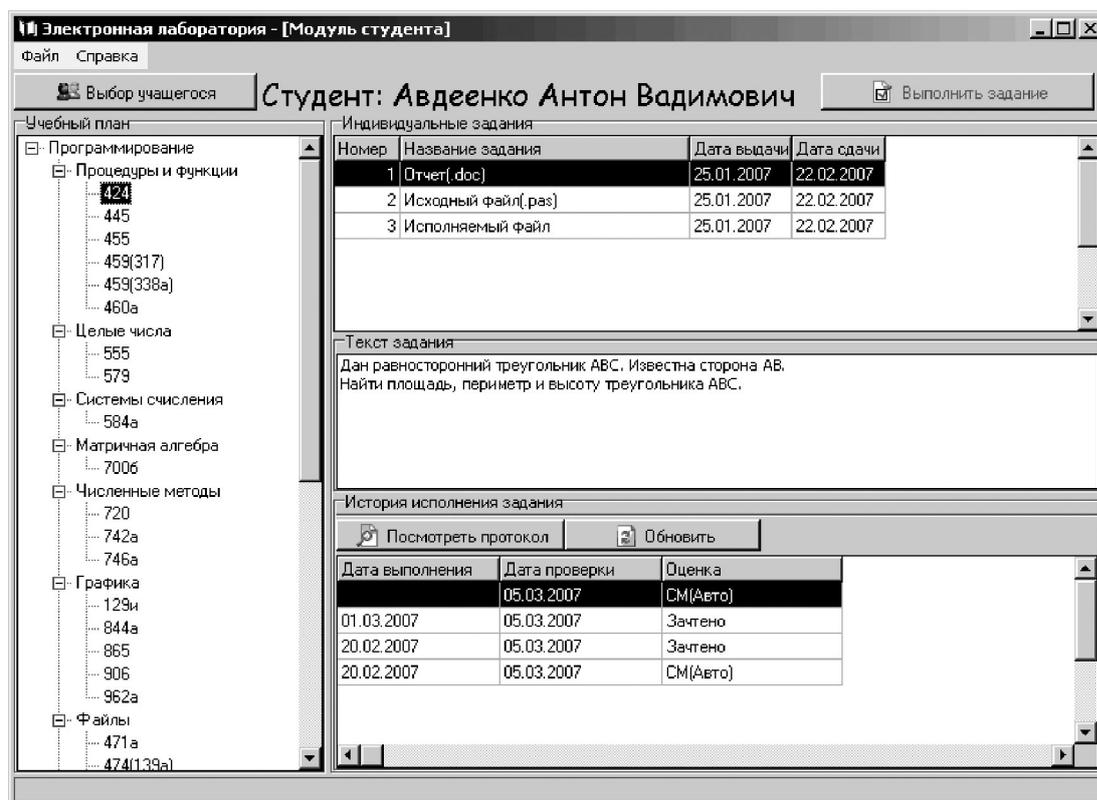


Рисунок 4. Модуль обучения

попытки учащегося выполнить выбранное задание.

Блок обучения, представленный на рисунке 4, предназначен для аудиторного выполнения учащимися индивидуальных заданий и ознакомления с результатами проверки. Слева в виде дерева доступен для просмотра индивидуальный учебный план. Справа располагаются индивидуальные задания, отчёты и результаты проверки отчётов преподавателем. При выполнении задания дома учащийся либо фиксирует отчёт в базе данных «Электронной лаборатории», либо отправляет его электронной почтой. В последнем случае отчёт и время его получения фиксируются системой автоматически.

Таким образом, использование системы «Электронная лаборатория» для поддержки учебного процесса по курсу «Программирование на языках высокого уровня» позволило осуществить подробный мониторинг учебного процесса. За время эксплуатации системы в течение 2008 и 2009 учебных годов была собрана, на наш взгляд, уникальная информация о реальной дина-

мике выполнения учащимися самостоятельных работ и проверке этих работ преподавателями. Применение современных методов анализа к этим данным позволило получить объективные оценки реальных трудозатрат всех субъектов образовательного процесса. В частности, было принято решение о снижении количества выполняемых учащимися заданий по курсу «Программирование на языках высокого уровня» до 25 в семестр, а также смещены сроки выполнения ряда контрольных работ<sup>1</sup>.

### Особенности использования информационной системы в курсе «Органическая химия»

Проведение учебных лабораторных занятий по химии традиционно сопровождается рядом проблем. В частности, это большой объём материала,

<sup>1</sup> Товбис Е.М., Якимов С.П. Расчёт учебной нагрузки с использованием имитационного моделирования на примере дисциплины «Программирование» [Электронный ресурс] // Наука и образование. Электронный журнал. 2008. № 9. Режим доступа <http://www.technomag.edu.ru/doc/103841.html>

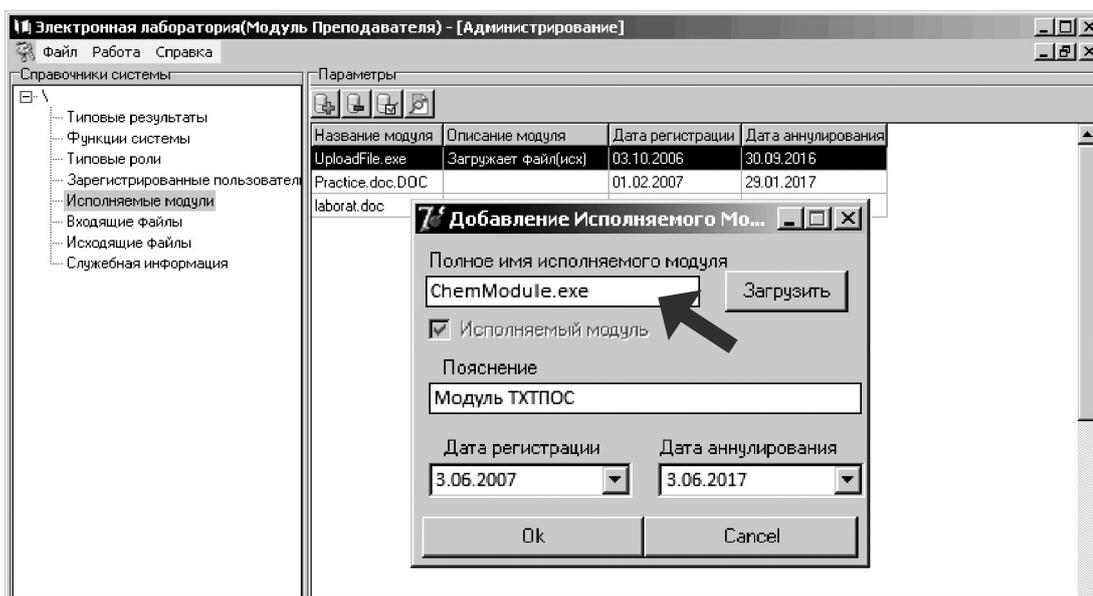


Рисунок 5. Добавление модуля «Определение кислотности и основности веществ» в «Электронную лабораторию»

сложность проверки (особенно при работе с большими группами учащихся), риск травматизма и существенные затраты времени и средств на выполнение работ на реальных установках. Частично перечисленные проблемы могут быть решены с помощью различных виртуальных лабораторий, с той или иной степенью достоверности имитирующих реальные лабораторные установки. В частности, на кафедре органической химии в рамках курса «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» был разработан автономный виртуальный лабораторный стенд «Определение кислотности и основности веществ». Он предназначен для автоматизированной обработки данных при экспериментальном определении констант кислотности и основности органических соединений спектрофотометрическим методом<sup>2</sup>. При этом основной задачей учащихся при самостоятельном выполнении лабораторных работ с использованием виртуального стенда является изучение способов определения константы кислотно-

основного равновесия для различных веществ.

Применение названной программы в лабораторных работах по химии позволило:

- автоматизировать рутинные расчёты;
- сократить время на математическую обработку;
- снизить вероятность появления ошибок, связанных с человеческим фактором;
- осуществить контроль точности;
- совместить расчётную и справочную системы в одном программном продукте;
- оперативно моделировать экспериментальные зависимости;
- создавать отчёты по полученным результатам.

Модуль «Определение кислотности и основности веществ» изначально создавался как средство для проведения лабораторных занятий, но, как показал опыт, вполне может быть использован и как средство обработки данных научного эксперимента. Опытная эксплуатация выявила следующие существенные недостатки рассматриваемого лабораторного стенда:

- сложность организации хранения результатов измерений, полученных отдельными лабораторными группами учащихся в систематизированном, пригодном для дальнейшей обработки измерений виде (что снижало ценность полученных в результате лабораторного эксперимента данных);
- сложность анализа истории получения результатов отдельной лабораторной группой (что негативно сказывалось на оценке учебных результатов).

<sup>2</sup> Товбис Е.М., Шкаберина Г.Ш., Дорошенко И.Я, Товбис М.С., Якимов С.П. «Электронная лаборатория» и её использование при определении констант кислотности пара-нитрозофенолов // Известия вузов. Химия и химическая технология. Т.51. Вып.3 / Иваново, 2008. С.111–113.

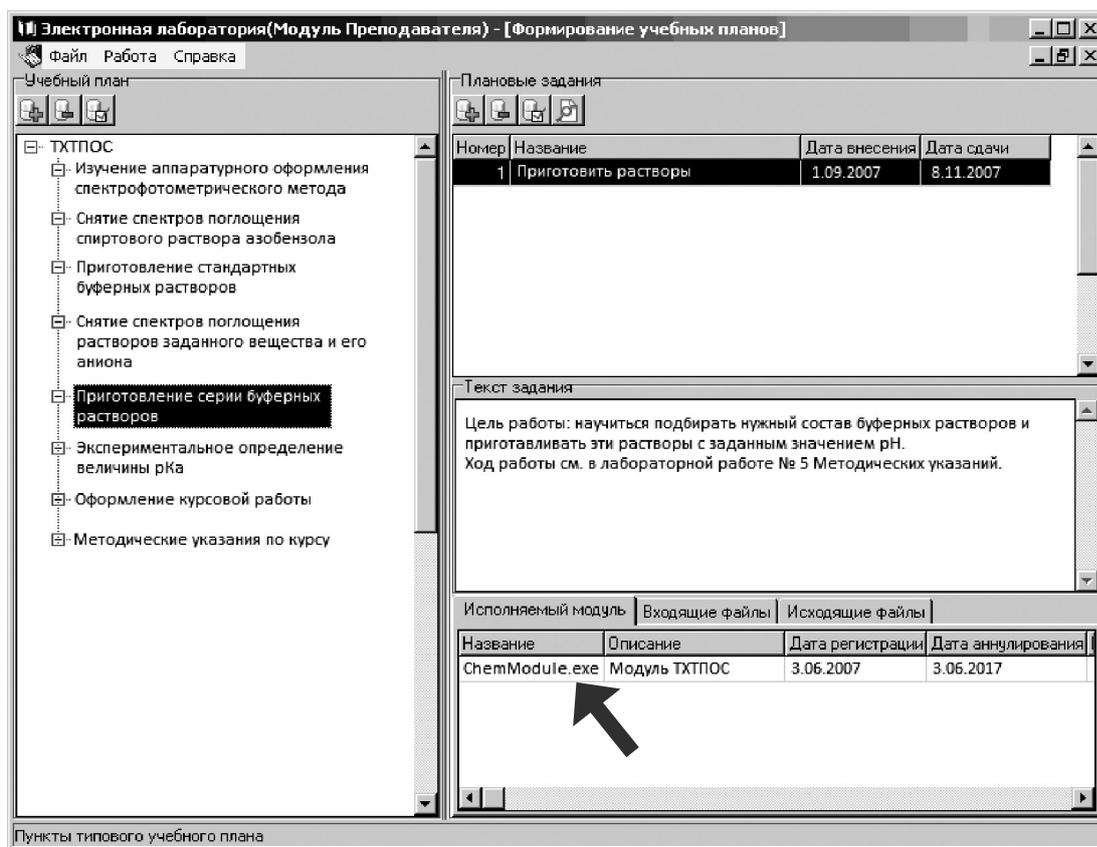


Рисунок 6. Формирование учебного плана по курсу «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» с использованием «Электронной лаборатории»

Для устранения выявленных проблем было принято решение использовать рассмотренный лабораторный стенд не автономно, а под управлением программного комплекса «Электронная лаборатория» совместно с другими аналогичными виртуальными стендами. Средствами администрирования программного комплекса была сформирована программа дисциплины, а лабораторный стенд «Определение кислотности и основности веществ» зарегистрирован в ней в качестве одного из заданий (рисунки 5, 6).

Выполнение лабораторных работ и регистрация результатов идёт в следующем порядке:

1. Запуск «Электронной лаборатории» на оборудованных рабочих местах учащихся и регистрация с помощью ФИО и пароля.
2. Зарегистрированный пользователь приступает к работе, выполняя запланированную на данное занятие лабораторную работу с помощью модуля «Определение кислотности и основности веществ». Запуск модуля происходит при нажатии на

- кнопку «Выполнить задание» (рисунок 7). Управление при этом автоматически передаётся авторской программе — виртуальному лабораторному стенду «Определение кислотности и основности веществ», который теперь работает не автономно, а под управлением системы «Электронная лаборатория». Ход выполнения лабораторной работы студентами в виде отчётов автоматически фиксируется в базе данных. К примеру, на одном занятии необходимо произвести расчёт аналитической длины волны для опытов (рисунок 8), на другом — используя спектрофотометр, снять спектры поглощения исследуемого вещества (рисунок 9), на третьем — построить модель зависимости ионизационного отношения от pH среды (рисунок 10).
3. Итоги лабораторной работы формируются в виде отчёта формата MS Word и фиксируются в базе данных информационной системы «Электронная лаборатория».
4. Преподаватель со своего рабочего места отслеживает процесс выполнения заданий и ставит оценки по его результатам в точности так, как это было рассмотрено

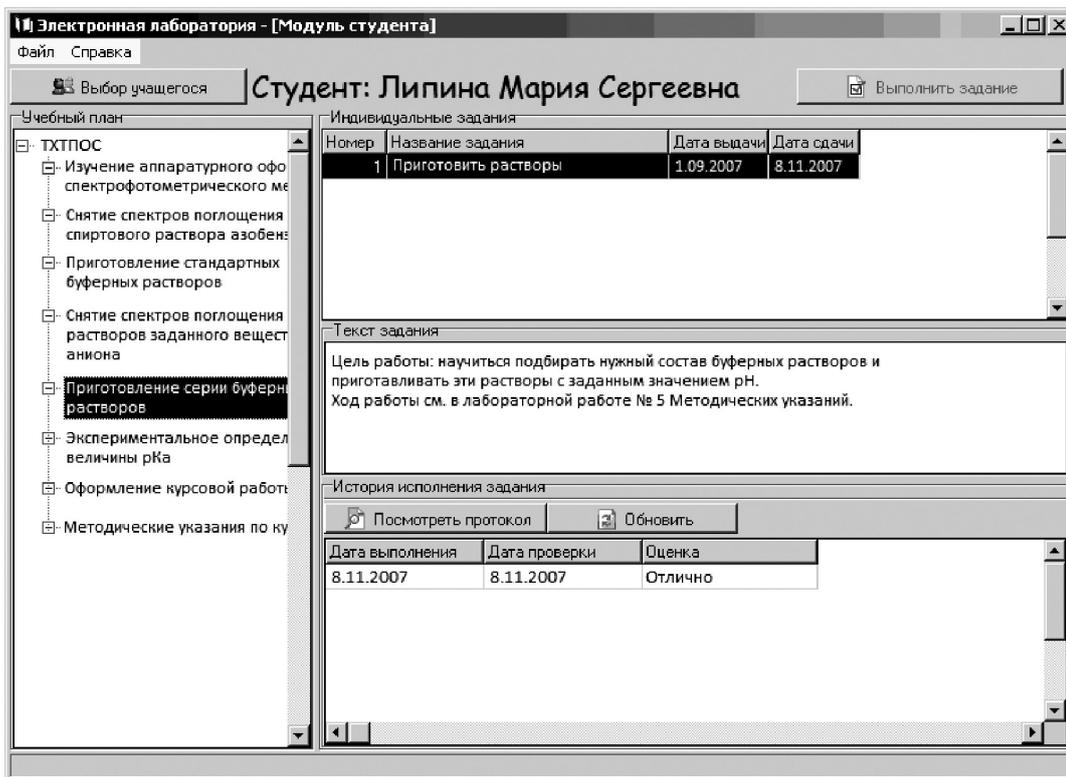


Рисунок 7. Рабочее окно учащегося в системе «Электронная лаборатория»

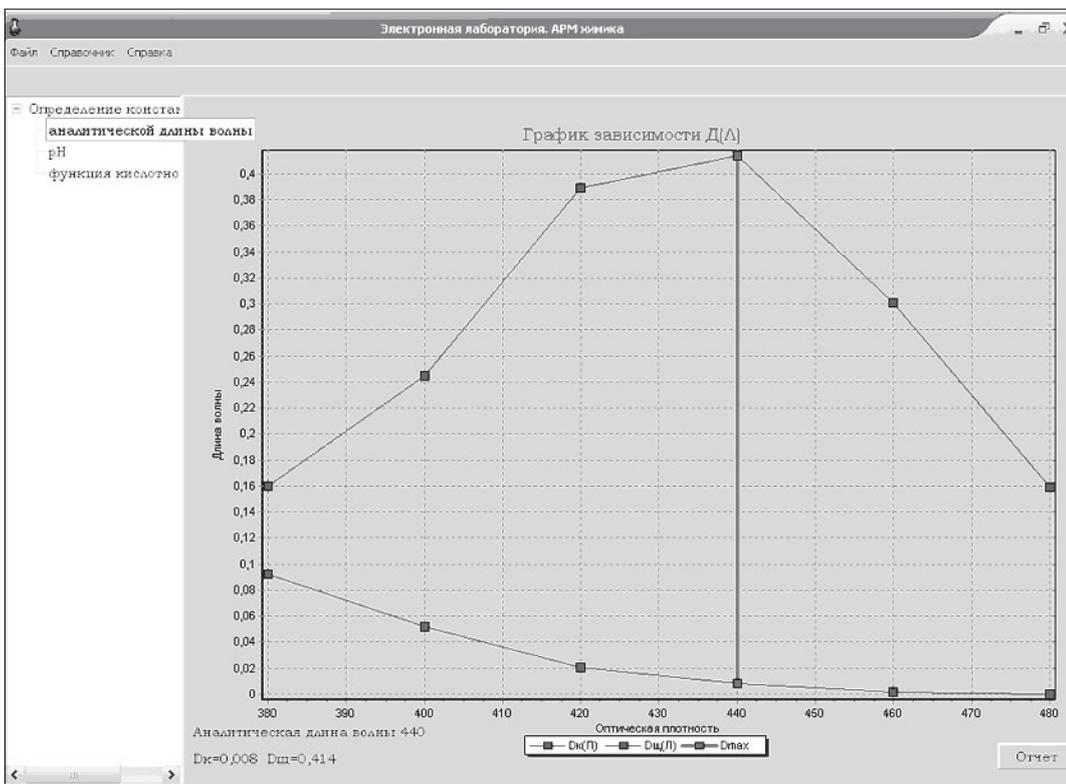


Рисунок 8. Выбор аналитической длины волны, на которой будут производиться замеры. Одна из форм авторского виртуального лабораторного стенда



Рисунок 9. Снятие спектров поглощения веществ. Одна из форм авторского виртуального лабораторного стенда

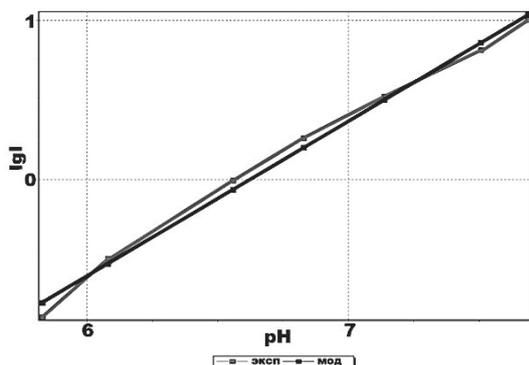


Рисунок 10. Модель зависимости логарифма ионизационного отношения от pH среды. Одна из форм авторского виртуального лабораторного стенда

выше для курса «Программирование на языках высокого уровня».

Интересным итогом использования системы «Электронная лаборатория» на кафедре органической химии кроме уже упомянутых выше оценок трудозатрат участников образовательного процесса, на наш взгляд, стало упорядоченное хранение в базах данных отчётов об исследованиях, что позволило в ходе обычных учебных лабораторных работ по органической химии получить результаты, обладающие безусловной научной ценностью.

## Выводы

Результаты опытной эксплуатации системы мониторинга учебного процесса «Электронная лаборатория» позволяют говорить о возможности её использования в учебном процессе в качестве ядра, объединяющего различные программные разработки: электронные учебники, тестирующие программы, презентации, виртуальные лабораторные стенды, гипертексты и другие, в том числе авторские разработки участников образовательного процесса.

Архитектура системы универсальна и позволяет применять её в учебных заведениях различного уровня. На наш взгляд, «Электронная лаборатория» может быть использована для мониторинга учебного процесса не только высших учебных заведений, но и в школах, колледжах и лицеях при преподавании дисциплин, связанных с вычислительной техникой, в том числе и для организации самостоятельной работы учащихся.

Систематическое использование «Электронной лаборатории» даёт возможность получить объективные оценки параметров учебного процесса и выработать научно обоснованные рекомендации по его совершенствованию. □