

УДК 004.588:544.1

**ИНТЕРАКТИВНЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ХИМИИ**

**В.С. БАЕВ; канд. техн. наук, доц. И.В. ДАЙНЯК;  
д-р техн. наук, проф. С.Е. КАРПОВИЧ**

*(Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск)*

*Демонстрируется разработанный компьютерный практикум по химии, который позволяет с помощью интерактивной визуализации проводить виртуальные лабораторные опыты. Описаны структура практикума, основные алгоритмы и интерфейс интерактивных модулей. Представлена методика разработки интерактивных модулей, основанная на сценариях, подготовленных предметными специалистами. Преимуществом компьютерного практикума является возможность осуществлять различные действия над объектами и видеть ход химических реакций в режиме реального времени.*

**Введение.** Информатизация образования на основе компьютерных технологий вносит в учебный процесс востребованный сегодня элемент интерактивности, способствует переходу к новой парадигме эффективного учения, призванной обеспечить не столько должную информированность обучаемого в определенной области знаний, сколько сформировать эффективную мотивацию к ее постоянному обновлению и расширению как за ученической партой, так и на студенческой скамье и в будущей профессиональной деятельности.

При этом в технологии обучения важно определение стратегии образования, предусматривающей чередование теоретического и практического обучения, включающих использование форм и методов активного обучения, способствующих интенсификации учебно-познавательной деятельности. Необходимо, чтобы в обучении преобладали различные формы самообразования, представляющие широкое внедрение новых информационных технологий. Тщательный отбор видов, источников, форм и методов обучения способствует активизации познавательной деятельности и нацеливает их на прочное усвоение содержания той или иной дисциплины.

Реализацию технологии обучения целесообразно строить на основе системного подхода [1], при котором на начальном (базовом) уровне с достаточной степенью абстракции без подробной детализации излагается теоретический материал и выдается задание на самоподготовку по изучаемой дисциплине. Далее выполняется проверка знаний, позволяющая осуществить коррекцию образовательного процесса либо в сторону повторения изученного на базовом уровне учебного материала, либо в сторону углубленного изучения тех тем, которые плохо усвоены. В результате минимизируются затраты на углубленное обучение.

Использование в образовательном процессе электронных учебно-методических комплексов позволяет структурировать учебные материалы, улучшить их поисковые характеристики, а также интегрировать информационные ресурсы в систему управления образовательным процессом, которая обеспечивает повышение качества образования за счет изменения технологии поиска и использования актуальной, профессионально-значимой информации [2]. Особое значение информационные образовательные ресурсы имеют для организации самостоятельной учебной работы, при этом применение образовательных электронных ресурсов в обучении может быть определено двумя условиями – принципами информатизации и целесообразности.

Построение электронных учебно-методических комплексов необходимо осуществлять на основе принципов модульного обучения [3], сущность которого состоит в том, что обучающийся в большей степени или полностью самостоятельно может работать с предложенной ему индивидуальной учебной программой, включающей в себя целевую программу действий, банк информации и методическое руководство по достижению поставленных дидактических целей.

Учебный модуль – группа знаний и навыков, которые учащийся должен продемонстрировать после его изучения. Сам по себе учебный модуль не является учебной программой или учебным планом, он устанавливает границы, в которых учащийся оценивается, и стандарты, в соответствии с которыми происходит обучение и оценка. Модульный курс включает в себя совокупность учебных модулей, при этом каждый модуль может иметь свое самостоятельное значение, быть автономным.

Высокая гибкость модульной системы позволяет быстро компоновать методическое обеспечение для различных уровней образования и дисциплин. Модульная система обучения обеспечивает каждому учащемуся достижение поставленных дидактических задач, предоставляет ему самостоятельный выбор индивидуального темпа продвижения по учебной программе. Работа по изучению содержания учебного модуля может быть организована индивидуально, в парах или малых группах, что позволяет педагогу

больше времени уделять индивидуальной работе с каждым из учащихся по их потребностям и запросам. При модульном обучении оценивается конечный результат, а внутри модуля контроль диагностический, безоценочный, идет на уровне самоконтроля и взаимоконтроля. В результате обеспечивается личностно-ориентированный характер обучения [3].

Целью представляемой нами работы явилась разработка компьютерного интерактивного практикума по химии для учащихся 8–11 классов, который был создан по заказу Министерства образования Республики Беларусь в учебно-научной лаборатории математического моделирования технических систем и информационных технологий БГУИР совместно с НПООО «ИНИС-СОФТ».

Разработана концепция практикума по химии, согласно которой в качестве исходной образовательной среды был выбран общепредметный программный комплекс «Наставник» [4], разработанный НПООО «ИНИС-СОФТ», через который осуществляется доступ к предметному ядру интерактивных программных модулей по выбранным, разработанным и запрограммированным нами темам.

Программный комплекс «Наставник», включающий общий интерфейс, систему навигации и программу-упаковщик, представляет собой универсальное компьютерное средство обучения, которое можно наполнить интерактивными программными модулями по любому учебному предмету общеобразовательной школы, формируя тем самым модульные учебные курсы по различным дисциплинам в зависимости от требуемой технологии обучения, в том числе и на основе вышеописанного системного подхода [1].

Разработка и реализация программных модулей по химии осуществлялись на основе принципов наглядности, модульности, систематичности и последовательности и других, описанных в работе [5]. Кроме того, при разработке компьютерного практикума были использованы принципы педагогического дизайна [6], в основе которого лежит содержание курса, стиля и последовательности изложения материала, а также способов его представления. Следует отметить, что педагогический дизайн использует интерактивные мультимедийные элементы (модули) не просто в качестве дополнения к основному материалу, а как средство, работающее на содержательную часть обучения, как инструмент привлечения внимания, формирования мотивации продолжать обучение, в результате чего создаются условия для комфортного и результативного обучения путем тщательной проработки учебного материала по любой учебной дисциплине, в частности по химии.

**Структура интерактивной среды практикума.** При разработке концепции построения компьютерного практикума нами были учтены все особенности образовательной среды «Наставник», в которую были интегрированы разработанные программные модули интерактивной визуализации отдельных заданий по химии. В соответствии с разработанной концепцией предметные методисты формулируют унифицированные сценарии по каждому из заданий, а разработчики программного обеспечения готовят одинаковую архитектуру каждого интерактивного модуля, а также интерфейс модального окна и интерфейс интерактивной страницы.

Структура разработанного компьютерного практикума по химии, предназначенного для использования в составе образовательного комплекса «Наставник», приведена на рисунке 1.

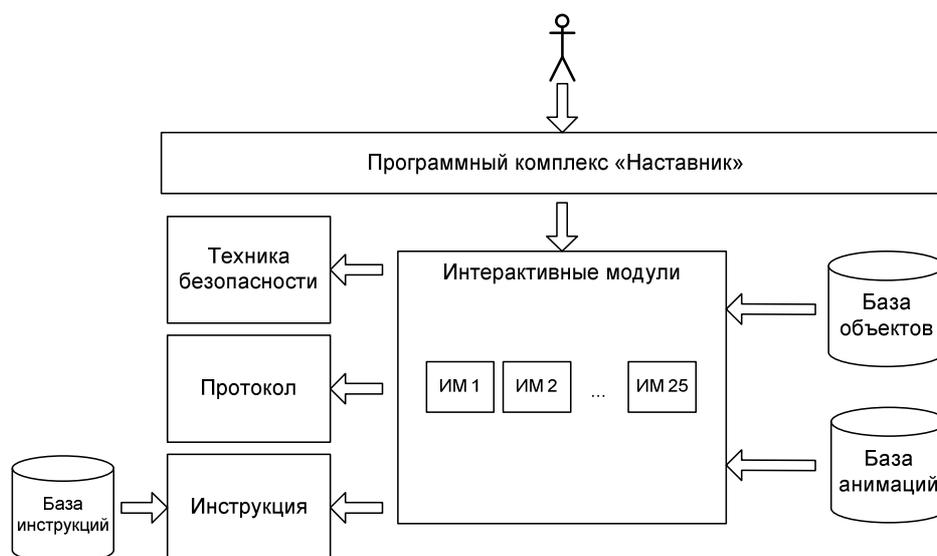


Рис. 1. Структура интерактивного практикума

Как видно из рисунка 1, главной частью разработанного практикума является база интерактивных модулей, причем каждый модуль имеет прямой доступ к базам объектов и анимации, а также ко всем периферийным модулям комплекса «Наставник», таким как «Техника безопасности», «Протокол», «Инструкция».

Каждый интерактивный модуль программируется по предварительно разработанному предметными специалистами сценарию. Для унификации процесса подготовки сценариев и удобства последующего программирования нами были введены *три специальные структурные категории*:

- 1) объекты;
- 2) действия над объектами;
- 3) анимационные визуализации.

В категорию «Объекты» были отнесены все технические принадлежности, необходимые для проведения виртуальных химических опытов – это различные емкости для хранения реактивов и проведения реакций; оборудование для компоновки лабораторных приборов и стендов; пробирки, химические стаканы, флаконы для жидких реактивов, штативы, спиртовки, пинцеты и т.п. Все эти объекты реализованы графически в программной среде разработки и предназначены для выполнения с ними интерактивных действий в соответствии со сценариями практикума.

Категория «Действия над объектами» представляет собой разработанный нами и запрограммированный общий набор команд, охватывающий практически весь диапазон возможных действий над объектами в процессе проведения химического опыта. Для каждого объекта в соответствии со сценарием, разработанным предметными специалистами, выделяется конкретный набор команд, который потом меняется в процессе химического опыта в зависимости от требуемого состояния и текущего задания.

Категория «Анимационные визуализации» включает запрограммированные анимации, соответствующие сценарию и иллюстрирующие последовательность взаимодействия объектов в процессе отображаемой химической реакции, и визуализацию самих химических реакций.

**Структура сценария интерактивного модуля.** Сценарий представляет собой пошаговую структуру визуализации процесса проведения химических опытов, включенных в практикум. Он содержит всю информацию, необходимую для разработки программного обеспечения конкретного модуля. Углубленная структурная схема типового сценария представлена на рисунке 2.

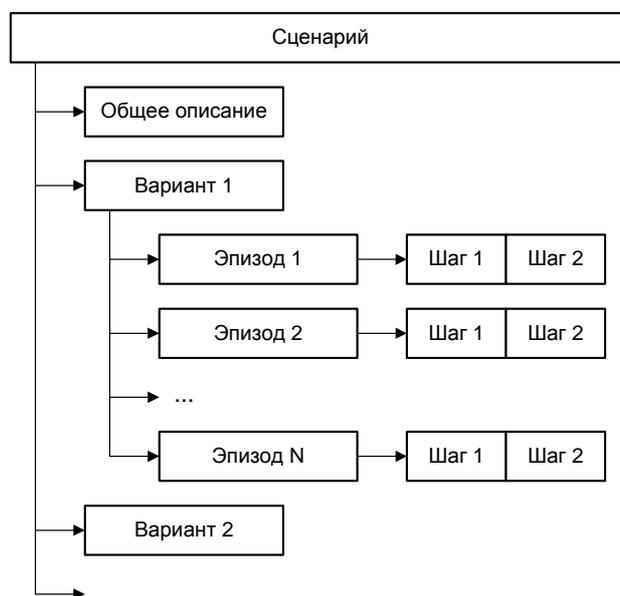


Рис. 2. Унифицированная структурная схема сценария интерактивного модуля

Сценарий включает общее описание всех предлагаемых вариантов выполнения работы, таких как, например, вариант 1 и вариант 2 на рисунке 2. Варианты, в свою очередь, включают необходимое для визуализации количество эпизодов, программируемых в соответствии с назначением интерактивного модуля (заданием для выполнения). При этом эпизод представляет собой структурированную последовательность действий (шагов), которую учащийся должен совершить, во-первых, для выбора одного или нескольких необходимых веществ, во-вторых, для конфигурирования и виртуальной сборки необходи-

мого прибора для проведения опыта. Эпизод может содержать в себе или первую, или вторую описанные выше функции, либо включать одновременное их выполнение.

В свою очередь, в качестве шагов сценария выбираются части эпизода, сгруппированные на основании цели и удобства программирования. При разработке практикума по химии реализован двухшаговый алгоритм (см. рис. 2) программного формирования функции конкретного эпизода. Выбор объектов из общей базы в соответствии с требованиями конкретного опыта программно реализовано в блоке «Шаг 1», а выполнение действий над выбранными объектами – в блоке «Шаг 2». Алгоритмы, использованные при программировании необходимой функциональности блоков «Шаг 1» и «Шаг 2», представлены на рисунке 3.

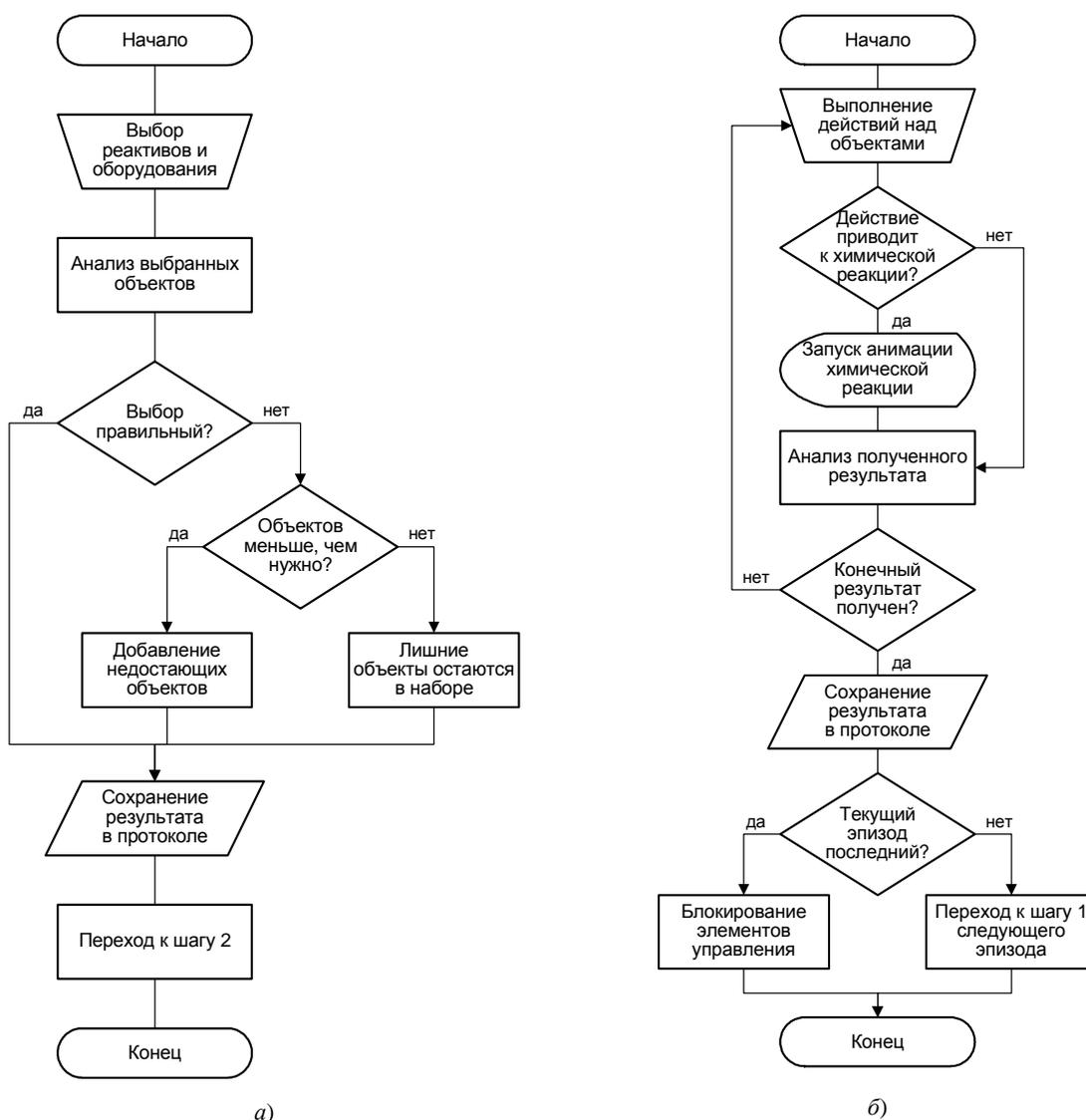


Рис. 3. Двухшаговый алгоритм работы программы:  
 а – для шага 1; б – для шага 2

Особенность работы программы на шаге 1 состоит в том, что в процессе обращения формируется хранилище объектов, называемое «склад», которое позволяет после выбора объектов программно выполнять анализ достаточности их в накопителе, и в случае, если список объектов неполный, автоматически добавлять недостающие объекты в соответствующий накопитель.

Работа программы на шаге 2 отличается тем, что она предоставляет пользователю возможность осуществлять различные действия над объектами с целью проведения химической реакции или компоновки лабораторного прибора. Если действия над объектами приводят к химической реакции между веществами, которые содержатся внутри данных объектов, то программа выполняет визуализацию и ана-

лиз полученного результата. После получения одного из вариантов решения (правильного или неправильного) программа переходит к первому шагу следующего эпизода. Результаты действий пользователя на шаге 1 и шаге 2 сохраняются в отдельном документе с помощью модуля «Протокол» и могут быть в дальнейшем использованы, например, преподавателем при анализе и оценке выполненной работы.

**Интерфейсы интерактивного модуля и модального окна.** Программная среда разработки компьютерного практикума по химии основывалась на двух технологиях: Flash [7] и XML [8]. С помощью XML осуществлялось структурное представление информации об интерактивном модуле, включающее тексты заданий, описание объектов и их выбор на каждом шаге формируемого эпизода. Разработка программного кода осуществлялась на языке ActionScript версии 3.0 [9]. При написании классов был использован объектно-ориентированный подход и шаблон проектирования «Синглтон». Для первого шага каждого эпизода был разработан универсальный набор классов, который использовался повторно в каждом интерактивном модуле. Логика взаимодействия между объектами на втором шаге для каждого эпизода была запрограммирована в отдельном классе.

Разработка интерфейсов пользователя, анимаций, интерактивных модулей и их программирование осуществлялись в среде Flash Creative Suite 3. Разработанный графический пользовательский интерфейс интерактивного модуля, благодаря которому осуществляется взаимодействие пользователя с головной программой, представлен на рисунке 4.

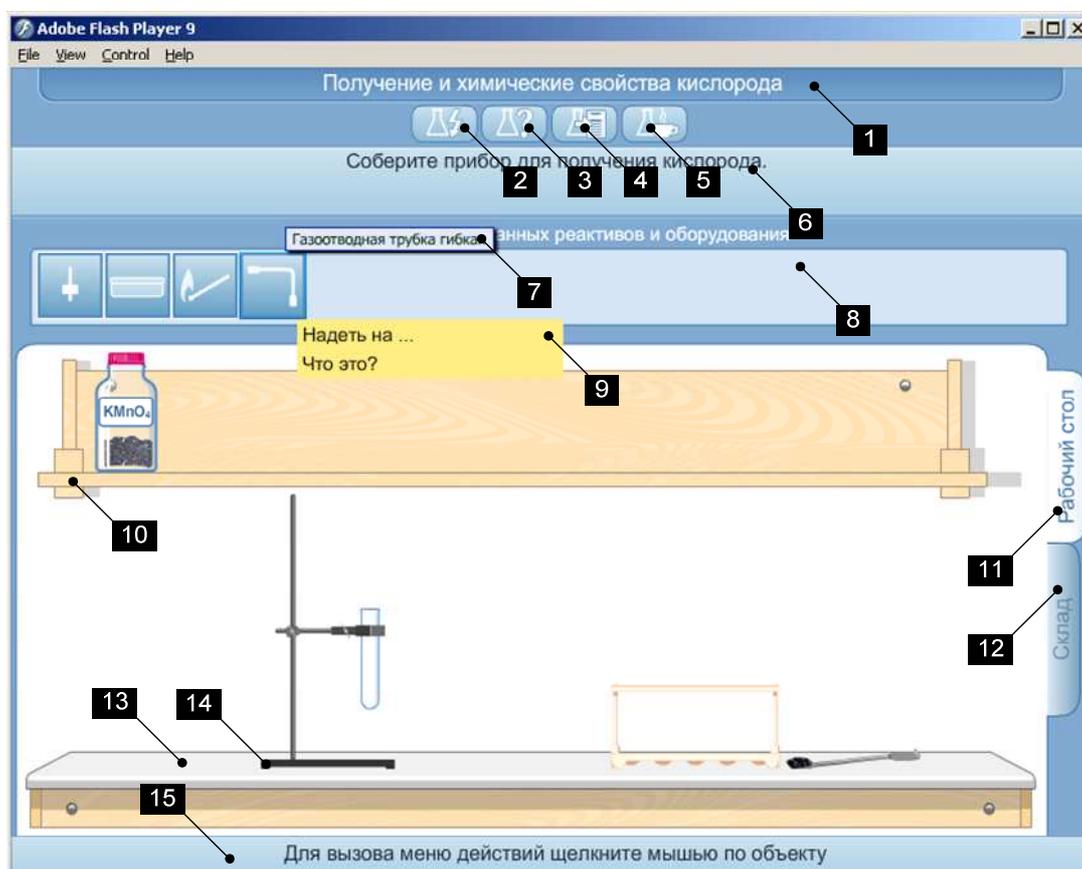


Рис. 4. Интерфейс интерактивного модуля:

- 1 – текстовое поле с названием модуля; 2, 4 – кнопки вызова модулей программного комплекса «Наставник»;
- 5 – кнопка приостановления работы программы; 6 – текстовое поле с заданием для текущего шага;
- 7 – всплывающая подсказка для объектов, показанных в виде иконок; 8 – панель выбранных объектов;
- 9 – контекстное меню с действиями для выбранного объекта; 10 – панель, представленная в виде полки, содержащая объекты, которые служат исключительно для хранения реактивов;
- 11 – кнопка перехода к режиму рабочего стола; 12 – кнопка перехода к режиму склада;
- 13 – изображение рабочего стола; 14 – вид объекта на рабочем столе; 15 – строка сообщений пользователю

Основными элементами интерфейса являются текстовые поля, кнопки, панели, меню, модальное окно. Взаимодействие с объектами осуществляется с помощью манипулятора мышь. На каждом объекте можно щелкнуть левой кнопкой, при этом рядом с указателем мыши появится контекстное меню с дос-

тупными действиями. Некоторые действия, такие как «Вымыть», «Зажечь», «Повернуть на 90 градусов» по или против часовой стрелки, вызывают изменения в состоянии объекта сразу же после их вызова. Ряд действий, таких как «Перелить в ...», «Нагреть на ...», «Переместить на ...» и другие, требуют предварительного выбора объекта, на который направлено действие.

Анимация результатов действий отображается в модальном окне интерактивного модуля, например, как представлено на рисунке 5.

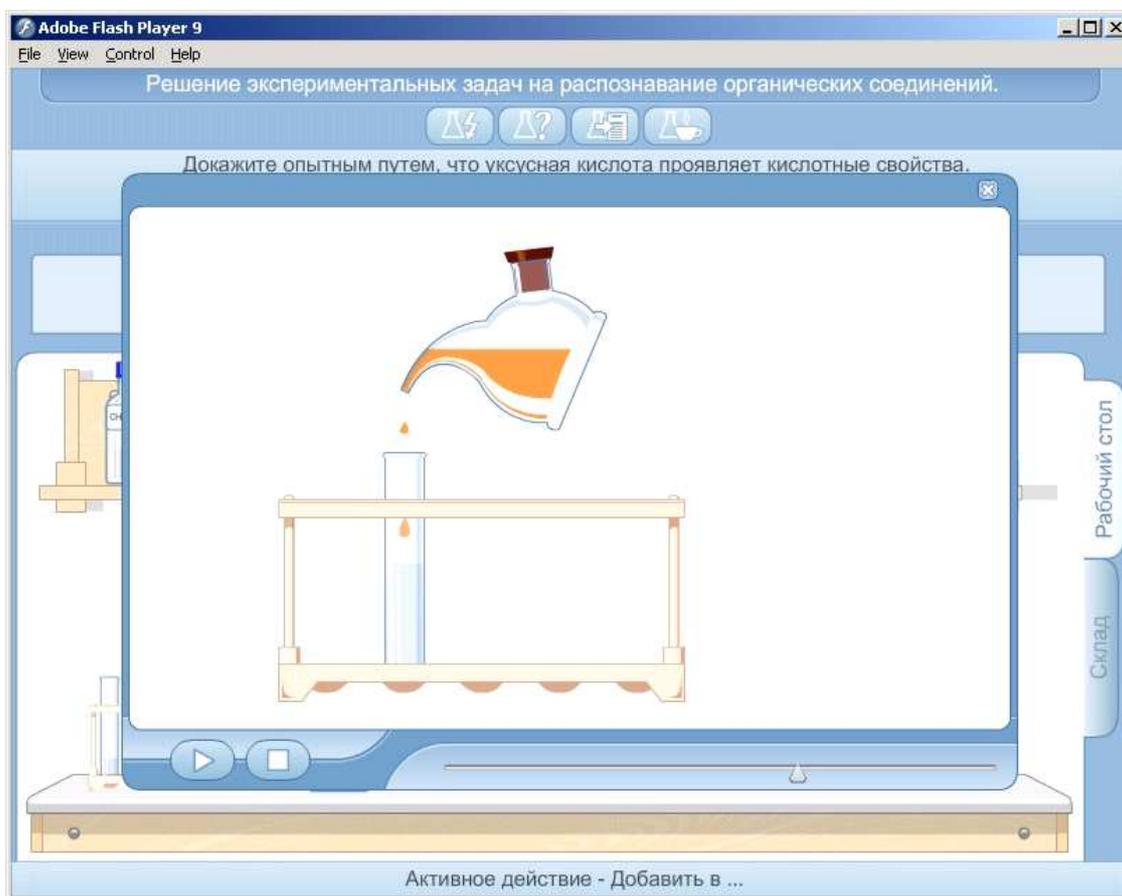


Рис. 5. Пример интерфейса модального окна

Управление анимацией осуществляется с помощью кнопок «Запуск», «Пауза» и полосы прокрутки. Пользователь может просмотреть анимацию любое количество раз, а также перейти к любому кадру анимации, перетаскивая «бегунок» на полосе прокрутки.

**Заключение.** Разработанный компьютерный практикум по химии позволяет учащемуся в режиме интерактивной визуализации быстро и качественно подготовиться к проведению реальной лабораторной работы, получить знания по химическим взаимодействиям и превращениям, которые в реальных условиях, особенно в условиях лабораторных кабинетов общеобразовательных школ, сопряжены с большими сложностями, опасностью, длительностью по времени.

Таким образом, использование предметно-ориентированного мультимедийного программного обеспечения в образовательном процессе позволяет существенно повысить эффективность обучения за счет использования принципов модульного обучения и элементов педагогического дизайна при его разработке. В результате создаются условия для мотивации, стимулирования и активизации учебно-познавательной деятельности учащихся.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, О.А. Системный подход к организации учебного процесса / О.А. Вильдфлуш // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII Междунар. науч.-метод. конф., Минск, Беларусь, 5–6 дек. 2013 г. – Минск, 2013. – С. 71–72.

2. Подобед, Н.А. Методические основы управления учебным процессом с использованием информационных образовательных ресурсов / Н.А. Подобед // Инновационные образовательные технологии. – 2014. – № 3(39). – С. 60–65.
3. Жарина, Т.Ч. Модульный подход к конструированию учебного процесса для формирования творческой личности / Т.Ч. Жарина // Современные тенденции развития дополнительного образования взрослых: сб. материалов тематич. дискуссии, Минск, 20 дек. 2013 г. – Минск, 2013. – С. 24–28.
4. Школьный наставник // НПООО «ИНИС-СОФТ» [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: [http://inissoft.by/products\\_eteach.shtml](http://inissoft.by/products_eteach.shtml). – Дата доступа: 23.02.2013.
5. Санникович, В.В. Принципы проектирования информационно-образовательной среды учреждений профессионального образования / В.В. Санникович // Инновационные образовательные технологии. – 2014. – № 2(38). – С. 13–17.
6. Яскевич, С.В. Педагогический дизайн для разработки электронных учебных курсов / С.В. Яскевич, Е.В. Маковская // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VII Международ. науч.-метод. конф., Минск, 1–2 дек. 2011 г. – Минск, 2011. – С. 133–135.
7. Adobe Flash CS3 Professional. Официальный учебный курс. – М.: Триумф, 2008. – 288 с.
8. Кэгл, К. XML / К. Кэгл. – СПб.: Питер, 2007. – 704 с.
9. Мук, К. ActionScript 3.0 для Flash. Подробное руководство / К. Мук. – СПб.: Питер, 2011. – 992 с.

Поступила 18.12.2014

## INTERACTIVE COMPUTER PRACTICUM ON CHEMISTRY

V. BAYEU, I. DAINIAK, S. KARPOVICH

*The paper presents the developed computer practicum on chemistry, which allows the learner to carry out virtual laboratory experiments using the interactive visualization. The structure of practicum, basic algorithms and the interface of interactive modules were described. The method of the developing of interactive modules was presented, which is based on scenarios prepared by subject specialists. The advantage of computer practicum is an ability to manipulate virtual objects and to see of virtual chemical reaction online.*