

Филиппова Е.Б., Дикая Н.Н., Щербаков В.В., Кольцова Э.М.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ ЭЛЕМЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена решению актуальной задачи – созданию виртуальной химической лаборатории. Выделены и проанализированы особенности разработки средствами мультимедийной платформы Adobe Flash лабораторного комплекса, предназначенного для помощи в освоении теоретического материала, самостоятельной подготовке к практическим занятиям и проведению удаленно лабораторных работ по неорганической химии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Виртуальная лаборатория; лабораторные работы; неорганическая химия; химия элементов; флэш-приложение; удаленный доступ; обучение лиц с ограниченными возможностями.

Filippova E.B., Dikaya N.N., Scherbakov V.B., Koltsova E.M.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

VIRTUAL LABORATORY FOR STUDY OF CHEMISTRY OF ELEMENTS

ABSTRACT

The work is devoted to solution of actual task of creation of virtual chemical laboratory. Identified and analyzed features of the development tools multimedia platform Adobe Flash laboratory complex designed to assist in the development of theoretical material, independent preparation for practical classes and conducting laboratory work remotely on inorganic chemistry.

KEYWORDS

Virtual laboratory; laboratory work; inorganic chemistry; chemistry of elements; flash app; distant access; training of persons with disabilities.

Доля ИТ-образования в современном инженерном образовании неуклонно растет год от года, а информационные технологии, используемые при этом, становятся все шире и разнообразнее. Это относится и к современному химико-технологическому образованию. Для выполнения чертежей деталей, конструкций аппаратов, технологических схем используются графические пакеты. Разнообразные инженерные задачи решаются в мощных вычислительных средах. Множество химико-технологических процессов и систем управления ими моделируется в специализированных пакетах моделирующих программ. Для изучения динамических свойств химико-технологических объектов также используется соответствующее программное обеспечение. Компьютерное моделирование химико-технологических процессов и химико-технологических систем широко применяется при научных исследованиях, разработке новых, модернизации и оптимизации существующих химических, нефтехимических, биохимических, фармацевтических производств. Все более широкое применение находят виртуальные лаборатории, в том числе и в образовательном процессе.

Мультимедийные технологии – одни из наиболее популярных, перспективных и развивающихся информационных технологий, используемых в образовательном процессе. Учитывая также популярность подобных технологий у современной молодежи, представляется перспективным создание и использование в учебном процессе виртуального лабораторного практикума по неорганической химии. Он помог бы как студентам, так и преподавателям в подготовке к практическим занятиям, а также гарантировал бы освоение лабораторного практикума в полном объеме, вне зависимости от возможности его реального выполнения, то есть от готовности лабораторного оборудования, наличия реагентов, предоставляемой учебным планом часовой аудиторной нагрузки, а кроме того подобный практикум был бы доступен для проведения удаленного обучения лиц с ограниченными возможностями.

На кафедре информационных компьютерных технологий Менделеевского университета в течение ряда лет ведутся работы по созданию виртуального лабораторного практикума по общей и неорганической химии средствами мультимедийной платформы Adobe Flash.

Идея разрабатываемой виртуальной химической лаборатории – мультимедийное флэш-приложение, с максимально простым, удобным и понятным пользователю интерфейсом, дающее пользователю возможность понять суть лабораторной работы, последовательность действий, особенности химических превращений и демонстрируемые химические свойства элементов и их соединений.

При создании виртуального практикума ставилась задача на основе имеющегося опыта [3] реализовать не тривиальный пошаговый инструктаж по прохождению лабораторной работы, а увлекательный процесс выполнения лабораторной работы и предложить обучающемуся полноценную виртуальную лабораторию, отражающую реалии практических лабораторных занятий.

Основные цели, преследовавшиеся при реализации приложения:

- разработка современного дизайна отображения экранного содержимого и максимально дружелюбного пользовательского интерфейса, удобного как для обучающихся, так и для преподавателей;
- обеспечение максимальной информативности всех аспектов выполняемых работ с целью усвоения и закрепления теоретических знаний;
- замена примитивного кнопочного общения пользователя с приложением в процессе выполнения лабораторных работ широкими возможностями активного взаимодействия со всеми элементами, присутствующими в рабочей области;
- создание атмосферы игрового процесса, позволяющего воспринимать выполнение работ как увлекательное и, в то же время, познавательное занятие;
- создание реалистичного отображения обстановки и происходящих событий, соответствующих настоящей лаборатории неорганической химии.

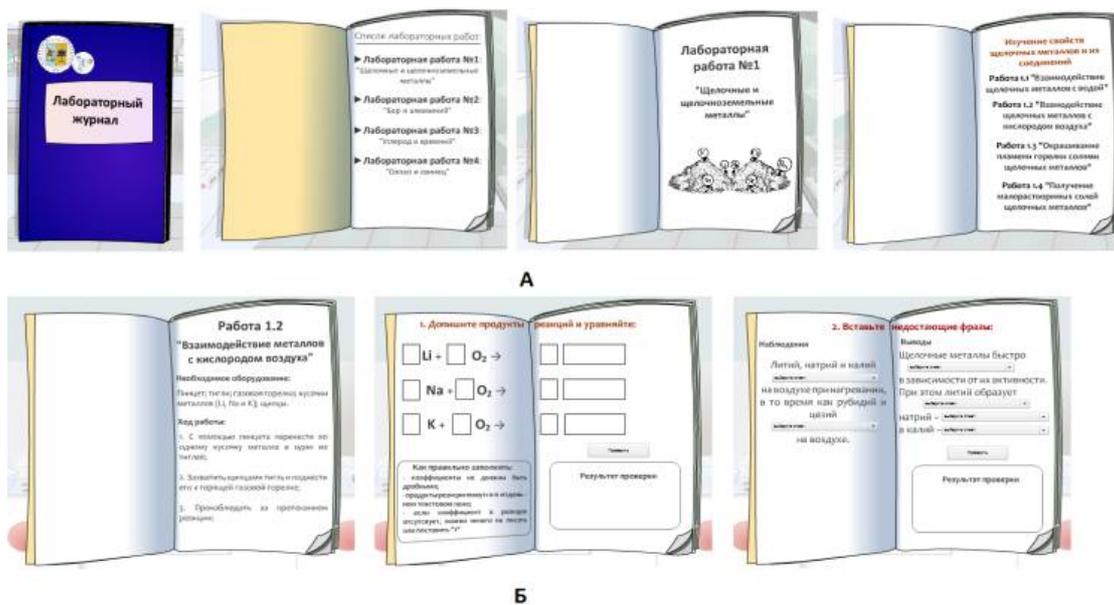


Рис. 1. Лабораторный журнал: А – в меню лаборатории; Б – в меню лабораторной работы

В результате анализа были выделены основные положения и пути достижения поставленных целей, которые составили основу концептуальной разработки виртуальной лаборатории [1]:

1. Для реалистичного отображения лаборатории, создан «вход» в лабораторию, и оформлен внешний облик «лаборатории», в которой пользователь будет выполнять практические занятия;
2. С целью повышения реалистичности атмосферы работа в виртуальной лаборатории должна отражать все виды занятий обучающихся в реальной лаборатории неорганической химии, поэтому был создан виртуальный лабораторный журнал по аналогии с журналом наблюдений, который ведут студенты во время изучения данной дисциплины (рис.1). Последовательность его заполнения соответствует последовательности заполнения реального журнала. Так, при подготовке к практическим занятиям в журнал заносятся:

название работы, список необходимого оборудования, порядок выполнения работы, её цели, а после проведения опыта собственные наблюдения химических превращений и сделанные выводы;

3. Для обеспечения максимальной информативности в каждой работе организовано получение кратких справок о реактивах, веществах, оборудовании и прочих элементах рабочей области. Это позволяет расширить пользовательский интерфейс выполнения работы, т.к. вся рабочая область становится интерактивной, а это, в свою очередь, позволяет оперативно получать ответы на возникающие по ходу работы вопросы, и, следовательно, повышает интерес обучающегося к процессу (рис. 2);



Рис. 2. Внешний интерфейс лабораторного практикума

4. Для повышения привлекательности учебного процесса в практикум внесён игровой компонент - в процесс выполнения лабораторных работ введён игровой персонаж. Внедрение в процесс общения приложения с пользователем виртуального помощника помогает лучше координировать его действия, а так же позволяет чувствовать себя свободнее и увереннее, с большим интересом вникать в процесс работы. Незамысловатый персонаж – профессор Неорхим на протяжении всего лабораторного практикума находится рядом с обучающимся и помогает ему в выполнении лабораторных работ;
5. Учитывая, что разработка всего практикума [2], включающего более двух сотен лабораторных экспериментов и опытов, составляет большой объем работы, который не может быть проделан в короткие сроки, выполнены наиболее важные, базовые шаги по разработке программного обеспечения: создан готовый набор используемых в лаборатории инструментов, посуды и оборудования, анимации реакций, которые занесены в единую библиотеку символов для их дальнейшего использования; максимально универсализирован код, простой и доступный для приемников разработки - выявлены основные группы элементов, дифференцированы принципы их работы, что нашло своё отражение в программном коде. Определены четыре основные группы рабочих элементов и для всех них выделены универсальные принципы взаимодействия объектов друг с другом. При этом учтено, что все объекты в лабораторных работах подвижны, а потому для них всех нужен универсальный принцип перемещения по сцене. Кроме того, разработана система проверки тестовых заданий в лабораторном журнале и внедрена система запуска созданных анимаций реакций. Выделенные универсальные принципы взаимодействия объектов друг с другом приведены в таблице 1, а группы рабочих элементов и их отличительные особенности - в таблице 2. На рис. 3-6 представлены блок-схемы, реализующие указанные универсальные принципы [4];
6. Следующий шаг концептуальной разработки виртуальной лаборатории - необходимость обеспечения освоения обучающимися работы в лаборатории: способность ориентирования в пространстве лаборатории, начало работы, ход её выполнения, открытие и листание журнала, его заполнение результатами наблюдений, переход от работы к работе и т.д. Для

решения этой задачи разработана подробная инструкция, размещённая перед входом в лабораторию;

- Итоговые законченные блоки работ объединены с разработанными ранее блоками лабораторных работ по курсу «Общая химия» [3], что дает возможность представить виртуальный лабораторный практикум как полноценную разработку по курсу практических занятий кафедры общей и неорганической химии.

Таблица 1. Универсальные принципы взаимодействия объектов друг с другом и их назначение

Название принципа	Назначение	
Универсальный принцип перемещения объектов	Служит для организации передвижения всех объектов рабочей зоны по её окрестностям	
Универсальный принцип взаимодействия объектов	OvO (Объект1-Объект2)	Обеспечивает простое взаимодействие двух объектов относительно друг друга, основанное на взаимном изменении положения на сцене
	ODvO (Объект1&Действие - Объект2)	Обеспечивает усложненное взаимодействие объектов относительно друг друга, в результате которого объект №1 должен исполнить заложенное в него действие
	ODvOD (Объект1& Действие - Объект2&Действие)	Обеспечивает сложное взаимодействие двух объектов, при совершении которого каждый объект должен выполнить заложенное в него действие
Универсальный принцип запуска анимаций реакций	Служит для инициализации типа реакции и вывода её визуальной анимации	
Универсальный принцип проверки заданий в лабораторном журнале	Служит для проверки тестовых заданий в лабораторном журнале, обрабатывая введенные данные, сравнивая их с правильными, и выводя полученный результат	

Итак, разработанный виртуальный лабораторный практикум включает:

- многофункциональную мультимедийную оболочку, адекватную реалиям химической лаборатории;
- шесть блоков из 36 работ по общей химии и восемь блоков из 106 работ по неорганической химии, посвящённых изучению свойств элементов IA - VIA групп и их соединений. Работы выполнены с использованием программного продукта AdobeFlash Professional CS6 на языке программирования ActionScript 3.0 и представлены в виде скомпилированных файлов формата *.swf. Готовые флэш-файлы можно просматривать через программу воспроизведения AdobeFlashPlayer, как правило, встроенную в качестве плагина в интернет-браузеры, такие как InternetExplorer, Яндекс.Браузер, Opera, GoogleChrome, MozillaFirefox. Наиболее предпочтительным является GoogleChrome;
- краткие сведения обо всех элементах, реактивах и оборудовании, используемых в ходе выполнения работ;
- блок тестовых заданий для самоконтроля степени усвоения пройденного материала;
- игрового персонажа - виртуального помощника, который направляет ход работ и помогает их выполнять. Его реплики представлены в виде титров, а также звучат в аудиосопровождении;
- подробную инструкцию по работе с практикумом и его функционалом.

Практикум предназначен для самостоятельной подготовки как студентов, так и преподавателей к практическим лабораторным занятиям. Он позволяет получить и закрепить теоретические знания по общей и неорганической химии, а также выработать необходимые полезные практические навыки работы в лаборатории, ознакомиться с лабораторным

оборудованием и методами работы с ним. Лабораторные работы в составе виртуального практикума обладают необходимой детализацией и реалистичностью изображений, визуализацией изменений агрегатного состояния продуктов реакций и имеют высокую точность передачи цветовой гаммы растворов веществ.

Организация и оформление работ в среде виртуального практикума позволяют наглядно представить процесс, происходящий в реальной лаборатории, требуют от обучающегося определенных последовательностей действий и расчетов верных промежуточных данных, дают возможность проверки конечных результатов работы и оценки степени освоения учебного материала. Таким образом, данный виртуальный лабораторный практикум способствует повышению эффективности учебного процесса и облегчению формирования у студентов соответствующих базовых профессиональных навыков и компетенций.

Таблица 2. Группы активных рабочих элементов лабораторного практикума

Название группы	Наименования объектов	Функционал	Принцип взаимодействия
Простые объекты	Пробка (открывает и закрывает склянку), воронка (вставляется в колбу для переливания веществ), кусочки металлов (захватываются пинцетом и переносятся в тигель) и т.п.	Объекты не несут в себе никаких действий, они просто перемещаются по сцене, меняя свое местоположение относительно других объектов	OvO
Объекты захвата и переноса	Пинцет (дотрагиваясь до кусочка металла, захватывает его), щипцы (дотрагиваясь до пробирки, захватывает её), ложечка (дотрагиваясь до соли в тигле, зачерпывает её часть)	Объекты, совершив взаимодействие с определенно-го рода объектом производят захват этого объекта для его дальнейшего перемещения по сцене	ODvOD
Объекты реакций	Пробирка (при смешении двух растворов запускает анимацию реакции изменения цвета), тигель (при нагревании над горелкой запускает анимацию реакции горения), горелка (при взаимодействии с нихромовой спиралью с раствором соли изменяет цвет пламени), чашка Петри (при взаимодействии с кусочком металла запускает анимацию реакции с выделением газа)	Объекты, провзаимодействовав с определенными объектами, должны выполнить заложенное в них действие (в большей части, это запуск анимации реакции)	ODvO
Объекты-исполнители	Пипетка (совершая взаимодействие, запускает анимацию «капания» и хранит в себе информацию о выбранной соли, передавая эту информацию в главный исполняющий код), лучинка (провзаимодействовав с горелкой загорается), шпатель (провзаимодействовав с пробиркой, запускает анимацию размешивания), пестик (взаимодействует с содержимым ступки, запускает анимацию дробления)	Совершив взаимодействия с необходимыми по условиям объектами, выполняют заложенное в них простое действие (запуск определенной анимации действия)	ODvO

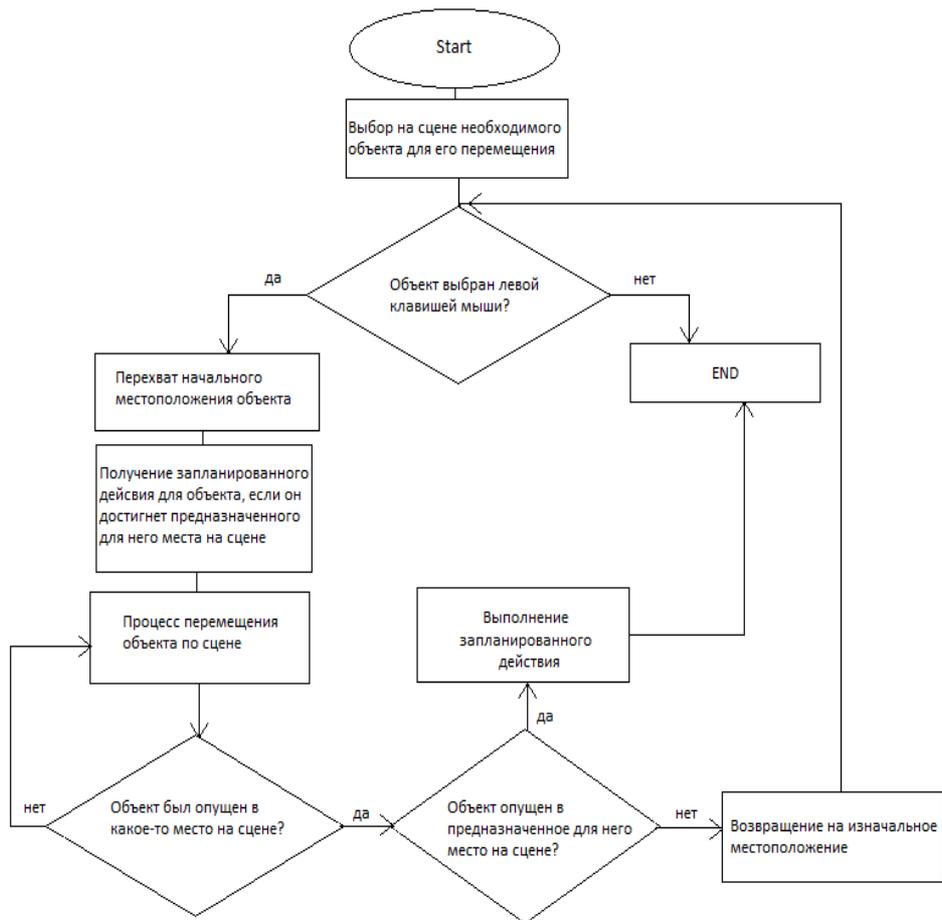


Рис. 3. Блок-схема универсального принципа передвижения объектов

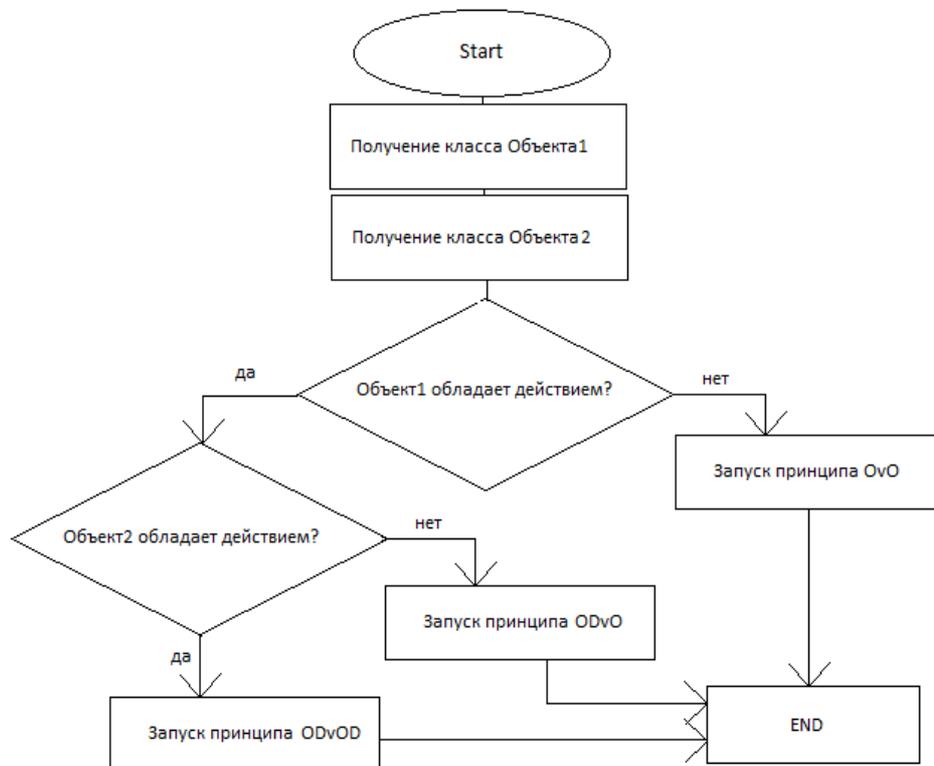


Рис. 4. Блок-схема универсального принципа взаимодействия объектов

Практикум находится в открытом доступе на Учебном портале РХТУ в модульной объектно-ориентированной среде обучения Moodle.
Его электронный адрес: <http://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=144>.

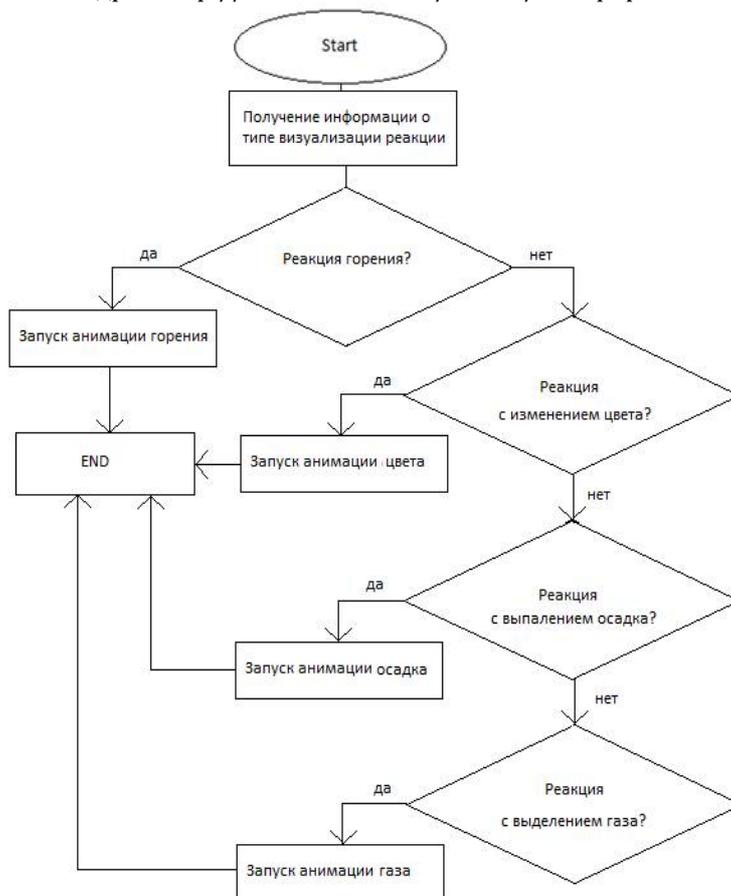


Рис. 5. Блок-схема универсального принципа запуска анимации реакций

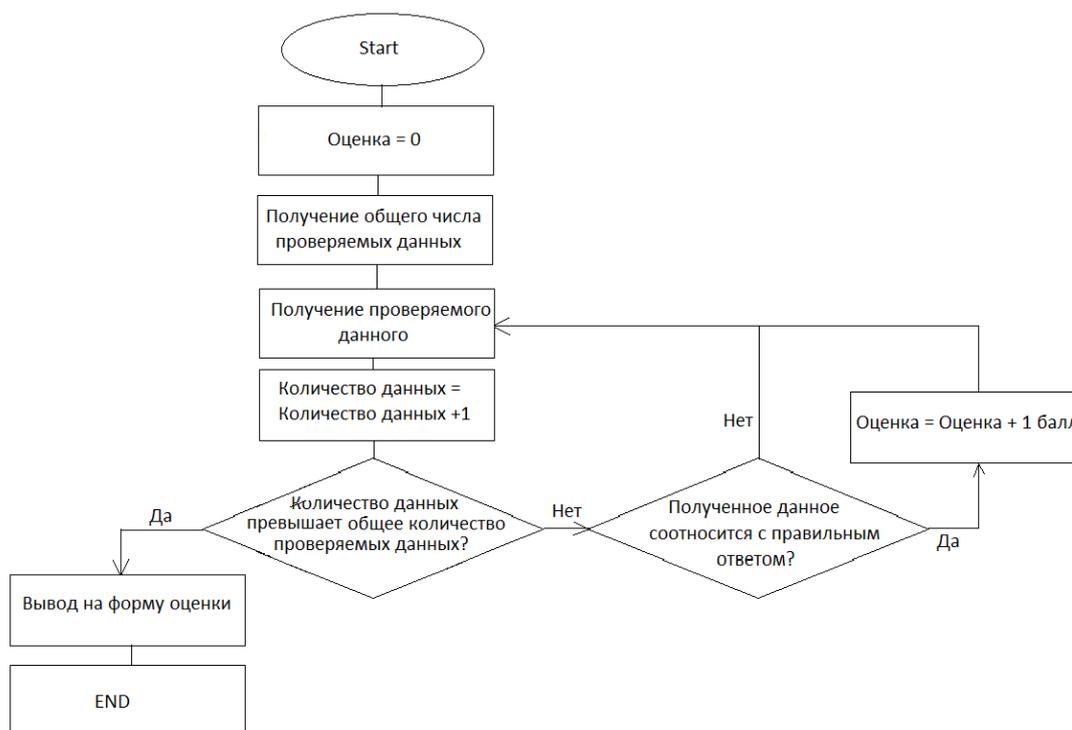


Рис.6. Блок-схема универсального принципа проверки заданий в лабораторном журнале

В настоящее время осуществляется апробация разработанных блоков лабораторных работ, корректируются выявленные в ходе нее несоответствия, повышается детализация и реалистичность изображений, а также продолжается разработка новых блоков работ. Поэтому широкая реклама и повсеместное внедрение в учебный процесс представляются преждевременными. Однако, анализ статистики посещения виртуальной химической лаборатории (рис. 7) показал устойчивый интерес к ней не только студентов РХТУ, но и учащихся других учебных заведений, в том числе и школьников. Ежемесячно им пользуются от 150 до 300 человек.

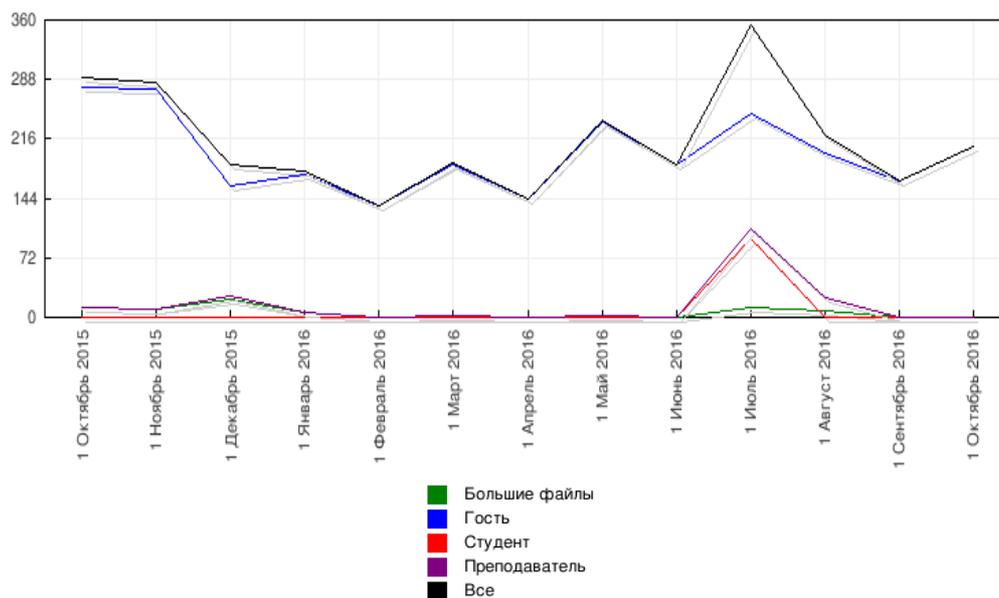


Рис. 7. Статистика посещения виртуальной химической лаборатории

Литература

1. Кольцова Э.М., Сиплатова Е.А., Филиппова Е.Б. Особенности разработки виртуального лабораторного практикума по неорганической химии // Информационные ресурсы России. – 2015, №3. – С. 33-36
2. Практикум по неорганической химии / Воробьев А.Ф. [и др.]. М: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
3. Разработка виртуального лабораторного практикума по дисциплине «Общая химия» // Материалы XV межвуз. уч.-метод. конфер. «Актуальные проблемы химико-технологического образования» / Кобякова И.А. [и др.]. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013, С. 70.
4. Разработка виртуального лабораторного практикума по неорганической химии «Химические свойства элементов групп IA, IIA, IIIA, IVA и их соединений» / Сиплатова Е.А. [и др.]. Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Т. 28, № 1. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. – С. 60-63.

References

1. Kol'cova E.M., Siplatova E.A., Filippova E.B. Osobennosti razrabotki virtual'nogo laboratornogo praktikuma po neorganicheskoj himii // Informacionnye resursy Rossii.-2015, №3. – S. 33-36
2. Praktikum po neorganicheskoj himii / Vorob'ev A.F. [i dr.]. M: TID «Al'jans», 2004. 249 s.
3. Razrabotka virtual'nogo laboratornogo praktikuma po discipline «Obshhaja himija» // Materialy XV mezhvuz. uch-metod. konfer. «Aktual'nye problemy himiko-tehnologicheskogo obrazovanija» / Kobjakova I.A. [i dr.]. M.: RHTU im. D.I. Mendeleeva, 2013, S. 70.
4. Razrabotka virtual'nogo laboratornogo praktikuma po neorganicheskoj himii «Himicheskie svojstva jelementov grupp IA, IIA, IIIA, IVA i ih soedinenij» / Siplatova E.A. [i dr.]. Uspehi v himii i himicheskoj tehnologii: sb. nauch. tr. T. 28, № 1. – M.: RHTU im. D. I. Mendeleeva, 2014. – S. 60-63.

Поступила 21.10.2016

Об авторах:

Филиппова Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных компьютерных технологий Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, silvaf@mail.ru;

Дикая Надежда Николаевна, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева;

Щербаков Владимир Васильевич, доктор химических наук, профессор кафедры общей и неорганической химии Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева;

Кольцова Элеонора Моисеевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных компьютерных технологий Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева.