

УДК 004:371.64:681.3

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В СТРУКТУРЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Козловский Е.О., Кравцов Г.М.

Херсонский государственный университет

Рассматриваются вопросы проектирования и выбора технологий создания виртуальной лаборатории для системы дистанционного обучения. В качестве иллюстрации используется система дистанционного обучения «Херсонский виртуальный университет».

Ключевые слова: Система дистанционного обучения, виртуальная лаборатория, Rich Internet Application.

1. Введение

Предметом исследования являются системы дистанционного обучения и виртуальные лаборатории (ВЛ). Цель исследования – объединение системы дистанционного обучения с виртуальной лабораторией для расширения образовательных возможностей дистанционного образования.

Виртуализация с точки зрения образования – процесс и результат коммуникативного взаимодействия субъектов и объектов образования в виртуальной образовательной среде, специфику содержания которой определяют конкретные субъекты и объекты во время самого взаимодействия.

Из широкого понятия виртуальности следует привязываться к области понятий, описывающих виртуальность с позиций точных наук. Виртуальность – это совокупность предполагаемых взаимодействий представлений реальных объектов между собой, а также возможные следствия, т.е. условные взаимодействия образов понятий и объектов формально представляемых как реальные.

Под понятием "лаборатория" понимают место, специально организованное для проведения лабораторных занятий, экспериментов и место для поиска решений в области фундаментальных наук, либо для решения задач в определенной прикладной области знаний.

У понятия виртуальная лаборатория нет чёткого устоявшегося определения, поэтому часто компании его трактуют по своему, подгоняя под конкретные нужды их продуктов. Введем понятие виртуальной лаборатории, основываясь на приведенных определениях. Итак, виртуальная лаборатория – это виртуальная программная среда, в которой организована возможность исследования поведений моделей объектов, их совокупностей и производных, заданных с определенной долей детализации относительно реальных объектов, в рамках определенной области знаний.

Проведенный анализ интернет ресурсов показывает, что подавляющее большинство проектов виртуальных лабораторий не соответствуют в полной мере самому понятию лаборатория. Чаще всего это интернет-сайты, на страницах которых изложены тексты лабораторных работ, подкреплённые медиа-сопровождением. В сопровождении зачастую отображается только один процесс без возможности управления. Если в содержании таких «лабораторий» есть какие-то объекты, то они очень ограничены в возможностях, и они скорее есть процедурные программы, а не объекты, без возможности видоизменить или дополнить ход происходящих процессов.

То есть, возникает некое несоответствие назначения и названия большинства интернет ресурсов – «виртуальных лабораторий». Из этого вытекает проблематика исследования – создание проекта и разработка программного обеспечения виртуальной лаборатории.

Кроме того, следует отметить, что современные возможности информационно-коммуникационных технологий позволяют расширить само понятие виртуальной лаборатории – применить его не только для фундаментальных наук, но и для более широкого круга областей знаний, например, оказание поддержки при изучении произведений искусств, лингвистики, права, филологии, и др.

В отделе мультимедийных и дистанционных технологий обучения ХГУ уже существуют предпосылки к созданию такой виртуальной лаборатории. В активе отдела есть опыт создания декларативных виртуальных систем моделирования процессов, в частности, демо-проект «Электротехника», в котором были заложены алгоритмы создания и оценки качества взаимодействия элементов в электрических цепях. Дистанционный курс «Цитология» – программный продукт, целью которого является программная поддержка процесса проведения виртуальных учебных лабораторных работ по курсу одноименной дисциплины. Кроме того, есть опыт создания виртуальных учебных тренажеров, таких как, микроскоп и электродвигатель, позволяющих изучать детали конструкции и принципы её работы. Также, есть многолетний опыт преподавания дисциплины «Моделирование физических процессов», в рамках которой студенты под руководством сотрудников отдела создают виртуальные модели для расчета и визуализации процессов в различных разделах курса физики. Таким образом, разработаны концепции создания виртуальной лаборатории, которая может объединить в себе поддержку процесса обучения студентов по целому спектру фундаментальных и прикладных дисциплин.

В нашем понимании, виртуальная лаборатория должна функционировать в рамках системы дистанционного обучения. Использование виртуальных лабораторных работ способно качественно расширить возможности дистанционного образования, а также эффективно поддерживать проведение практических работ.

Опрос преподавателей и студентов – пользователей системы дистанционного обучения «Херсонский виртуальный университет» (СДО ХВУ) показал, что ответы на вопрос «Какие средства обучения вы предпочитаете» за три года исследований показывают положительный рост потребности и интереса пользователей к нестандартным подходам в обучении. Уже появляется категория пользователей, которым не достаточно возможностей заложенных в стандартах дистанционного обучения (ДО). Активным пользователям ДО необходим более функциональный инструментарий для выполнения виртуальных лабораторных работ.

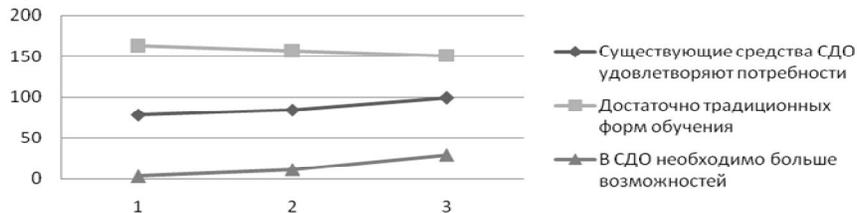


Рис. 1. Результаты опроса пользователей СДО ХВУ.

Развитие СДО повлекло за собой перенесение в виртуальную среду основных форм и способов дистанционного обучения – это такие категории, как группы, курсы, тесты, библиотеки, виртуальные комнаты общения, виртуальные доски с широкими возможностями изложения материала. Следующий этап развития СДО очевиден – это необходимость создания универсальной виртуальной лаборатории, содержащей в себе цифровые аналоги лабораторных кабинетов университета, со всеми необходимыми инструментами. В такой лаборатории обеспечивается поддержка научных исследований учащихся и контроля на всех этапах познавательного процесса.

2. Анализ взаимодействия между системами дистанционного обучения и виртуальными лабораториями.

Существует большое многообразие систем дистанционного обучения. СДО бывают свободно-распространяемые, фирменные и авторские. Все системы разрабатываются в соответствии с международными стандартами дистанционного образования, которые позволяют обеспечить совместимость учебных компонентов и возможность их многократного использования в других системах, гарантируя их неизменность и однозначную трактовку. По мнению авторов СДО ХВУ любая система имеет жизнеспособность, если она полностью соответствует стандартам, а также идёт на шаг впереди, внедряя новые образовательные средства, расширяя возможности для своих пользователей, внедряя инновации, которые не будут противоречить своей основе – стандартам, таким как IMS и SCORM.

В стандартах дистанционного обучения виртуальные лаборатории не регламентируются, есть только обобщённое описание компонентов обучения объектного типа. Требования к таким объектам обучения заключаются в двух ключевых понятиях: прежде всего это свойство замкнутости, как чёрный ящик с входными и выходными строго-определёнными параметрами, какими являются параметры инициализации объекта и параметры, описывающие результаты работы [1]. Образовательный ресурс должен соответствовать стандарту на уровне постановки учебной задачи, обеспечивать выполнение учебной работы и должен на выходе предоставить оценку результатов, для учета в рейтинговой системе оценивания. Также должна быть обеспечена упаковка этого типа ресурса для переноса в другую обучающую систему. При выполнении этих условий объектный ресурс СДО будет соответствовать стандарту [2].

Анализ опыта внедрения виртуальных лабораторий в СДО показал, что задача разработки виртуальной лаборатории как части системы дистанционного обучения разработчиками пока не ставилась.

Чаще всего, лаборатории отражают в своей сущности только одну область знаний, обычно это разделы классических наук, таких как электричество, аналитическая химия, оптика и т.д. Также следует отметить, что до сих пор подавляющее число лабораторий остались в формате дистрибутивных локальных программных продуктов, которые поставляются на отдельные компьютеры, или максимум на небольшую локальную сеть, школы или вуза.

On-line лаборатории представлены в меньшем объёме и многообразии. При этом этот класс программных продуктов активно развивается, вытесняя с рынка образовательных средств off-line.

Оба эти класса лабораторий зачастую используются ограниченно, не в системе обучения, а только как дополнительное факультативное средство. В них либо совсем нет, либо только частично реализованы модули поддержки учебного процесса. Обычно это отражено в виде вопросов самоконтроля, или простейшего теста, результаты лабораторной работы просто выводятся пользователю на экран, но не попадают в журнал успеваемости автоматически.

Отдельным классом стоят виртуальные учебные и инженерные лаборатории промышленных предприятий, предназначенные для автоматизации инженерного труда. Они используются в узкоспециализированных областях технических наук. Эти лабораторные кабинеты моделируют с высоким уровнем детализации реальные производственные задачи конкретного предприятия. При их создании основное внимание обычно обращается на реализацию процедур математического моделирования, расчета и оптимизации изучаемых объектов или процессов [2].

При проектировании и разработке виртуальной лаборатории наиболее эффективный подход будет ориентирован на программные продукты именно этого класса, т.к. они достаточно типизированы, содержат в себе мощный аналитический и математический аппарат, детализированный уровень имитации процессов.

Актуальность создания виртуальной лаборатории обусловлена не только развитием дистанционного образования. Существует ряд дисциплин, в которых лабораторные

исследования подразумевают значительные расходы образовательных учреждений на станки, инструменты, заготовки, реактивы и др. К тому же, как показывает практика, далеко не всегда учащиеся могут с первого раза, после теоретической подготовки, пройти правильно лабораторную работу. Часто для удачного исхода нужно провести эксперимент несколько раз, тогда затраты могут существенно возрасти. Кроме того, в образовательных учреждениях, далеко не всегда есть средства на закупку и укомплектование лабораторных кабинетов всем необходимым. Виртуальные модели используются в случаях, когда эксперимент опасен, дорог, происходит в неудобном масштабе пространства и времени (долговременен, слишком кратковременен, протяжен), невозможен, неповторим, ненагляден и т. д. [3]. В этих случаях виртуальные лаборатории становятся необходимостью, чтобы с гораздо меньшими затратами дать возможность проводить учебный процесс, или же позволят экономить средства, готовя учащихся сначала на специальных виртуальных тренажерах, для последующего перехода на реальные дорогостоящие лабораторные стенды.

По нашему мнению, виртуальная лаборатория способна значительно расширить спектр предоставляемых образовательных услуг. Ее использование позволит расширить возможности взаимодействия всех участников учебного процесса. Авторы ставят цель – создать виртуальную лабораторию как образовательный ресурс в СДО «Херсонский виртуальный университет».

3. Архитектура системы

3.1. Общий подход реализации и место виртуальной лаборатории в СДО

Современные возможности сетевых технологий, повсеместное распространение высокопропускных телекоммуникационных каналов связи, а также наличие широких возможностей средств программирования, в которых стало комфортно разрабатывать веб-ориентированные программные продукты, позволяют говорить о том, что виртуальные учебные средства сегодня целесообразно создавать в виде веб-сервисов.

Учитывая тот факт что СДО ХВУ является Интернет приложением, при разработке ВЛ будет очевидна такая же схема реализации – под контейнер браузера. Хотя, не следует отбрасывать возможность создания программного обеспечения адаптированного под локальную сеть с возможностью при работе связываться с сервером для обмена данными.

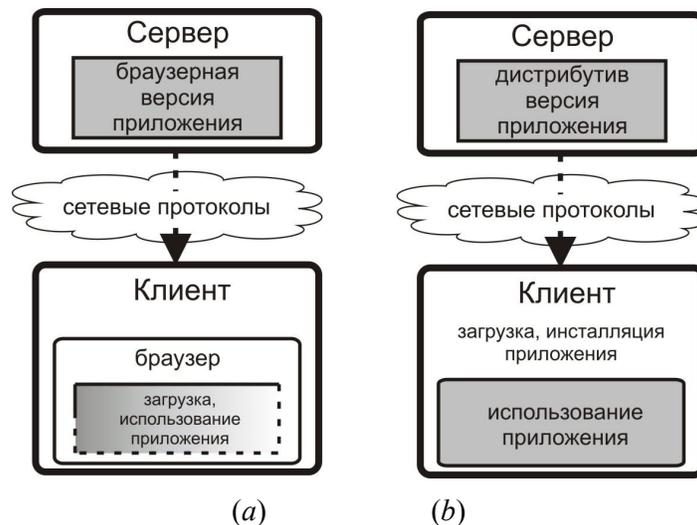


Рис. 2. Архитектура веб-ориентированных и локально сетевых приложений.

На рис.2 представлены принципиальные подходы работы клиент-серверных приложений. На рис. (а) представлена модель веб-ориентированных приложений, в которой клиент получает и использует самые свежие версии программного обеспечения. На рис.2 (b) представлена модель локально сетевых приложений, в которой программное обеспечение

инсталлируется на компьютер пользователя. Для получения обновления программного обеспечения, пользователь должен связываться с разработчиком и получать от него соответствующие модули обновления.

Виртуальная лаборатория содержит в себе значительный объем информации, которая при первом подходе может требовать много дискового пространства и оперативной памяти, что определенно будет занимать лишние ресурсы при каждом запуске приложения. Пользователю зачастую все лабораторные модули сразу не нужны, в этом случае оптимальным вариантом будет заложить в системе возможность загрузки только основной оболочки, определенного рабочего модуля и необходимого раздела библиотеки объектов. Тогда пользователь сэкономит трафик ресурсов и сможет повысить эффективность работы.

Следует заметить, что в обоих случаях есть преимущества и недостатки, поэтому наилучшим вариантом будет реализация обоих способов установки приложений, тогда конкретный пользователь сможет выбрать более подходящий ему способ установки, учитывая его личные потребности.

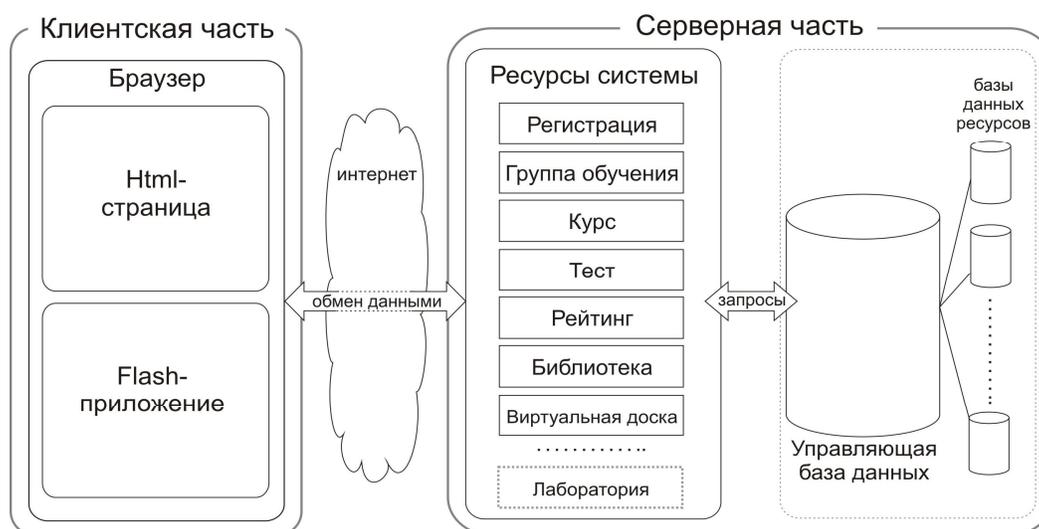


Рис. 3. Виртуальная лаборатория как ресурс в СДО «Херсонский виртуальный университет».

На рис.3 показано место виртуальной лаборатории в СДО «Херсонский виртуальный университет». Лаборатория рассматривается разработчиками как один из важных ресурсов системы. Средства обучения и контроля являются неотъемлемой частью образовательного процесса в дистанционной форме.

Разработчиками ставится задача создать такие механизмы:

1. Возможность создания рабочей модели или конструкции.
2. Возможность проведения различных преобразований и изменения состояний (редактирования) модели или конструкции.
3. Возможность проводить необходимые расчеты и измерения параметров модели или конструкции виртуальными измерительными приборами.

Рассмотрим метод создания модуля виртуальной лаборатории в виде клиент-серверного приложения в формате Rich Internet Application (RIA) [4]. Выбор этой модели связан с преимуществами, которые даёт этот формат разработчикам и пользователям. Прежде всего следует отметить возможность пользователя работать на любом компьютере с выходом в Интернет в любом браузере с установленным модулем Flash Player. Интерфейс и уровень взаимодействия пользователя с RIA приложением может быть аналогичен по функциональности традиционным настольным приложениям. Разработчики и дизайнеры приложений получают свободу в реализации идей, учитывая специфику конкретных предметных областей.

Сегодня уровень использования модуля Flash Player на компьютеры пользователей составляет 96% [5]. Повсеместное распространение Flash-технологий позволяет говорить о доступности для пользователей такого подхода в реализации модуля виртуальной лаборатории.

Существует широкое разнообразие инструментов разработки RIA приложений. Это такие технологии как Adobe Flash\Flex, Backbase, Google's GWT framework, java applications, Microsoft ActiveX controls, Microsoft Silverlight, и др. [4] Нами для разработки клиентского приложения выбрана технология Adobe Flex. Такой выбор сделан в первую очередь по причине широкого распространения Adobe Flash Player на компьютерах пользователей, а также в связи с тем, что это средство имеет полные мультимедийные возможности Adobe Flash, благодаря чему позволяет широко раскрыть суть моделирования процессов ВЛ.

3.2. Схема компонентов модуля «Виртуальная лаборатория»

Представленная на рис. 4 схема представляет собой архитектуру программного модуля «Виртуальная лаборатория». В серверной части приложения есть три основных компонента – ядро модуля, подключенные базы данных и математический процессор.

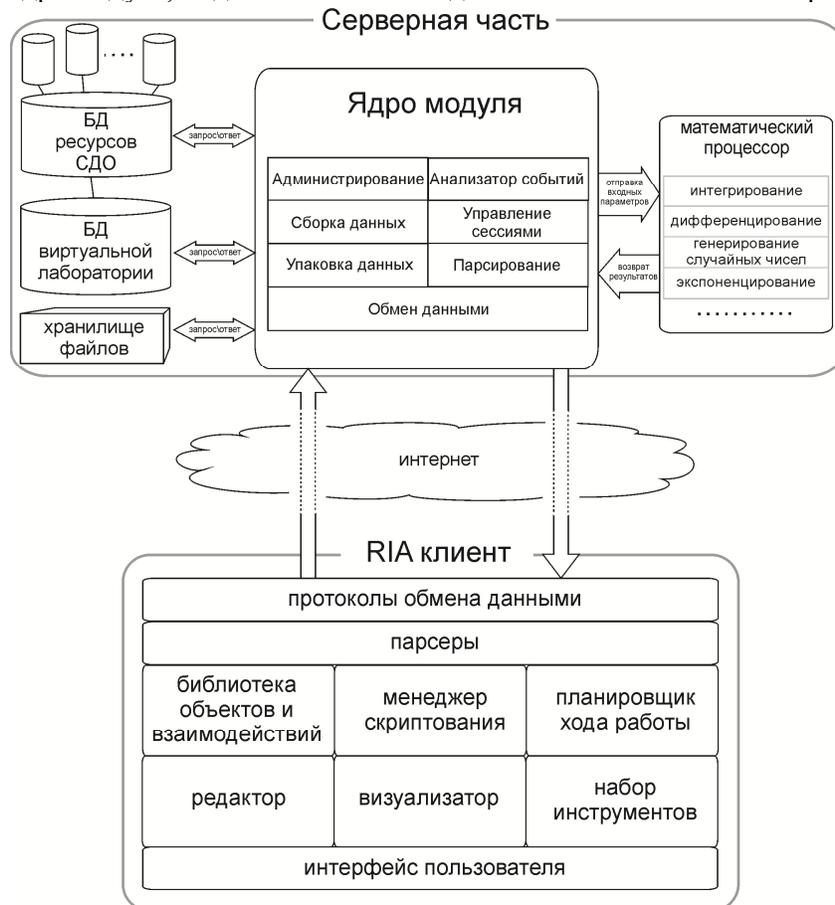


Рис. 4. Схема модели виртуальной лаборатории.

В ядре модуля содержится набор основных классов управления:

1. «Администрирование» отвечает за систему безопасности, права пользователей, управление учётными записями пользователей, обеспечивает синхронизацию их ресурсов, подключает настройки компонентов, используемых конкретным пользователем.
2. «Анализатор событий» записывает, упорядочивает и хранит все действия пользователей для последующего воспроизведения.
3. «Сборка данных» в начале работы обеспечивает создание пакетов данных и файлов ресурсов для библиотеки пользователя с последующей отправкой в репозиторий сервера.

4. «Управление сессиями» создаёт виртуальные комнаты, подключает к ним пользователей, обеспечивает авторизацию и администрирование комнат. Отвечает за приём и передачу данных между пользователями и сервером.

5. Модуль «упаковка данных» создаёт пакеты из ресурсов, которые будут отправлены клиенту, а также для обеспечения целостности данных создаёт метаданные этих пакетов ресурсов.

6. Модуль «Парсирование» обеспечивает преобразование поступающих запросов и сообщений от клиентского приложения и передачу этих данных управляющим модулям.

7. «Обмен данными» – это интерфейс веб-сервисов взаимодействия с клиентскими приложениями.

В модуле ВЛ используются базы данных СДО «Херсонский виртуальный университет». Прежде всего, это база авторизации, статистики, также осуществляется отправка данных о прогрессе пользователей в базу оценивания и т.п. Кроме используемых баз СДО, модуль имеет собственную базу данных. В ней хранятся записи о работе всех компонентов модуля, информация об объектах, записи событий, а также адреса связи с хранилищами ресурсов библиотек.

Математический процессор служит для обеспечения сложных математических расчетов, которые не могут выполняться на клиентских машинах. Это расчеты решения нелинейных уравнений, расчеты, требующие использования математических методов корреляции, уточнения, итераций, подсчетов погрешностей, задачи анализа, и другие.

Клиентская часть программного обеспечения ВЛ содержит в себе компоненты для создания и работы с виртуальными моделями:

1. «Библиотека объектов и взаимодействий» содержит наборы объектов определенной предметной области, а также способы взаимодействия, определяемые данной предметной областью.

2. «Менеджер скриптования» позволяет налаживать взаимодействия между объектами, задавать их параметры, накладывать условия. Также этот компонент предназначен для описания свойств и взаимодействий новых объектов, создаваемых в редакторе.

3. «Модуль сценариев» имеет два режима работы. В режиме прохождения лабораторного исследования пользователь должен согласно предложенному ходу работы произвести все необходимые операции для получения результата. В режиме создания новой работы этот компонент записывает историю событий, позволяет их корректировать, и формировать сценарий хода выполнения работы.

4. В «редакторе» ВЛ производится конструирование новых объектов. В нём пользователи могут на основе существующих объектов библиотеки, препарировав их, создавать свои объекты. Пользуясь параллельно компонентом скриптования, пользователи могут уточнять и дописывать новые параметры и методы взаимодействия с остальными объектами, дописывать новые способы поведения.

5. «Визуализатор» компонент, в котором происходит лабораторное исследование, обеспечивает отображение всех конструкций объектов. В этом модуле также отображаются текущие динамические данные, такие как значения параметров системы, указываются результирующие направления движений, и др. Непосредственно здесь происходит сам процесс моделирования и управления ходом работы.

6. «Набор инструментов» – это пользовательские средства управления и изменения объектов, находящихся в компонентах Визуализатор и Редактор.

7. «Интерфейс пользователя» – соответственно совокупность методов отображения и взаимодействия пользователя и системы.

3.3. Описание работы пользователей с интерфейсом программного модуля «Виртуальная лаборатория» в СДО ХВУ

В СДО ХВУ существует две основные роли пользователей, которые работают в виртуальной лаборатории – это тьютор и студент. Работа с модулем ВЛ выполняется в двух режимах: работа тьютора в редакторе ВЛ в режиме создания и изменения виртуальной

лабораторной работы и работа студента в режиме обучения в ВЛ. Тьютор имеет права создавать новые объекты в редакторе и просматривать их, а студент может использовать готовую модель в ходе выполнения работы в ВЛ.

Процесс работы тьютора с ВЛ начинается с создания новой модели виртуальной лабораторной работы (ВЛР) в окне редактора. Прежде всего, тьютор всегда основывает свою учебную деятельность на рабочей программе дисциплины. В рабочей программе отражены основные элементы обучения, такие как лекции, практические и лабораторные работы, определено их содержание. Первым шагом создания виртуальной лабораторной работы, является создание сценария. На этом этапе тьютор создает сценарий ВЛР в форме алгоритма, который реализует ход лабораторной работы.

Затем, тьютор последовательно наполняет модель ВЛР объектами из библиотеки ВЛ, реализуя сценарий ее выполнения. Тьютор задаёт объектам параметры, методы взаимодействий, конструирует из них блоки, и формирует таким образом окончательный сценарий ВЛР.

Когда новая лабораторная работа полностью сконструирована, ее параметры передаётся на сервер, который их обрабатывает и компилирует в готовую модель лабораторной работы.

Студент при выполнении ВЛР имеет необходимый набор ресурсов обучения: инструменты, объекты для работы в соответствии со сценарием. В соответствии с требованием замкнутости модуля ВЛР, он должен обеспечить оценку качества выполнения ВЛР. Поэтому, после выполнения лабораторной работы студентом, модуль выполнения ВЛР передает результаты работы в виде оценки на сервер.

Таким образом, процесс работы в модуле ВЛ позволяет моделировать учебный процесс в реальной исследовательской лаборатории, создавать, обучаться и производить контроль за работой.

4. Выводы

В статье разработан проект модели и описаны технологии разработки программного модуля «Виртуальная лаборатория» для СДО «Херсонский виртуальный университет». Технология разработки программного модуля ВЛ основана на клиент-серверном приложении в формате Rich Internet Application.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Н. Kravtsov, D. Kravtsov. Knowledge Control Model of Distance Learning System on IMS Standard / Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education. – Springer Science + Business Media V.B. – 2008. – P. 195 – 198.
2. Соловов А. В. Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании / "Индустрия образования". Выпуск 2. – М.: МГИУ, 2002. – С. 386 – 392.
3. Мухин О. И. Моделирование систем. – <http://stratum.ac.ru/textbooks/modelir>.
4. WorldLingo Multilingual Archive. RIA - http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/en/Rich_Internet_application
5. Comprehensive Aggregate Internet Usage Statistics. – http://www.statowl.com/custom_ria_market_penetration.php.