

УДК 004:378.1:681.5

**ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ
В СИСТЕМЕ ХЕРСОНСКИЙ ВИРТУАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Козловский Е.О., Кравцов Г.М.
Херсонский государственный университет**

Рассматриваются вопросы проектирования, объектного моделирования структуры программного обеспечения и выбора технологий создания виртуальной лаборатории. В качестве иллюстрации рассматривается виртуальная лаборатория для экономических дисциплин в системе дистанционного обучения «Херсонский виртуальный университет».

***Ключевые слова:** система дистанционного обучения, виртуальная лаборатория, экономическое моделирование.*

Введение

В современных естественных науках, таких как физика, химия, биология, экология и др. нашли широкое применение математические, информационные, объектные модели динамических, адаптивных, виртуальных систем и процессов. Возросла потребность в построении виртуальных моделей для формализации представлений об объекте, получения качественных и количественных прогнозов поведения изучаемых систем в различных условиях [1]. При этом вследствие затруднений в теоретических исследованиях, сложности и дороговизны проведения натуральных экспериментов вычислительный и виртуальный эксперимент дает возможность проводить исследования быстрее и дешевле. Широкое использование систем дистанционного обучения (СДО) в учебном процессе университетов привело к необходимости разработки виртуальных лабораторий (ВЛ), содержащих в себе цифровые аналоги лабораторных кабинетов университета, со всеми необходимыми инструментами для выполнения виртуальных лабораторных работ. Виртуальная лаборатория – это виртуальная программная среда, в которой организована возможность исследования поведения моделей объектов, их совокупностей и производных, заданных с определенной долей детализации относительно реальных объектов, в рамках определенной области знаний. В такой лаборатории обеспечивается поддержка учебных и научно-исследовательских задач на всех этапах учебного процесса [2].

На рынке образовательных услуг существует достаточно большое количество автономных программных продуктов, моделирующих разнообразные системы и процессы. Но при этом практически не представлены интеграционные системы с использованием Web-ориентированных технологий, в частности СДО с использованием ВЛ, хотя современные информационно-коммуникационные технологии открывают принципиально новые возможности формирования единого информационного пространства как конкретного высшего учебного заведения, так и всей страны.

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных разработке инновационных технологий виртуализации, рынок программного обеспечения виртуальных лабораторий находится ещё в стадии становления. Существующие программные решения не предоставляют необходимый уровень интегрирования с СДО, имеют локальную сферу применения, как с позиций сетевого масштабирования, так и предметной области использования. При этом, учитывая, что большинство локальных версий ВЛ не соответствуют международным стандартам на программное обеспечение учебного назначения [3], эти программные продукты не удовлетворяют требованиям качества [4]. В связи с этим актуальным является задача разработки технологий, позволяющих создавать

программное обеспечение виртуальных лабораторий, удовлетворяющих дидактическим, методологическим, технологическим требованиям качества и требованиям стандартизации.

Классификация моделей виртуальных лабораторий

Как известно, проектирование программного обеспечения начинается с анализа бизнес-процессов, проходящих в исследуемой системе. Виртуальная лаборатория как система, обеспечивающая проведение виртуальных лабораторных работ, определяется свойствами и функциональными методами ее элементов. Исходя из целей и задач учебного процесса, свойства и функциональные методы элементов виртуальной лаборатории различны в зависимости от предметной области применения.

Виртуальные лаборатории различаются по содержательным признакам и по форме представления. При классификации моделей виртуальных лабораторий по содержательным признакам можно выделить стандартные типы моделей систем и процессов:

- феноменологические и абстрактные;
- активные и пассивные;
- статические и динамические;
- дискретные и непрерывные;
- детерминированные и стохастические;
- функциональные и объектные.

Использование различных методов построения моделей подразумевает различные алгоритмы решения задач. Для более полного описания исследуемого события, процесса или явления может возникнуть необходимость использования несколько моделей представления. В виртуальной лаборатории для каждого раздела дисциплин могут применяться различные подходы и совокупности типов моделей.

При классификации моделей виртуальных лабораторий по форме представления в настоящее время принято рассматривать следующие типы моделей [5].

- **Интерактивные демонстрации** играют роль вспомогательного средства для наглядной демонстрации какого-либо эксперимента.
- **Простые модели** представляют собой набор лабораторных работ или исследований, объединенных по некоторому признаку. Коллекция простых моделей является полноценной виртуальной компьютерной лабораторией. Особенностью простых моделей является относительная простота их создания, так как в них представлен один простой процесс, описываемый одной или несколькими математическими формулами. Другой отличительной особенностью является то, что различные модели могут создаваться независимо разными программистами. Эти качества обуславливают распространенность простых моделей. При этом следует учитывать ограниченность этого типа моделей из-за трудности расширения и невозможности их объединения.
- **Универсальные и имитационные лаборатории** имеют в основе своего функционирования мощный математический аппарат и соответственно являются сложными моделирующими системами. Универсальность таких систем обеспечивается системным подходом к моделированию и разработке моделей. Благодаря своим возможностям виртуальные компьютерные лаборатории наряду с учебными целями могут быть используемы для реальных научных или производственных расчетов. Особенностью универсальных лабораторий является ярко выраженный компонентный подход.

Из приведенной классификации можно выделить два типа моделей: интерактивная демонстрация и простые модели, которые на первом этапе могут быть реализованы как подсистемы систем дистанционного обучения. Разумеется, в перспективе возможно создание виртуальных лабораторий универсального типа в составе СДО, но на сегодняшний день нет открытых для использования ВЛ такого типа с возможностью подсоединения к СДО. При этом, следует отметить возможность частичной реализации элементов ВЛ универсального типа, таких как математический процессор (например, программные пакеты MathCAD,

MATHLAB, Maple), графический процессор (например, программный пакет LabVIEW) или графический процессор имитационного моделирования (например, программный пакет Simulink).

Основным требованием к модели виртуальной лаборатории является максимально возможная адекватность визуального восприятия и функционального поведения по отношению к реальной лабораторной установке, что соответствует содержательной части предметной области применения. При этом среди других требований к модели виртуальной лаборатории можно выделить следующие основные технологические требования:

- соответствие международным стандартам (таким как IMS, SCORM), в частности требование переносимости учебных модулей (в нашем случае лабораторных работ) в другие СДО, которые удовлетворяют этим стандартам;
- независимости учебных модулей от модуля управления виртуальной лабораторией;
- обеспечение полноты представления учебных программных объектов (виртуальных лабораторных работ);
- открытость ВЛ как системы для реализации возможности создания новых и редактирования существующих виртуальных лабораторных работ.

Для того, чтобы удовлетворить перечисленным выше требованиям, при проектировании ВЛ необходимо отделить учебные программные объекты (виртуальные лабораторные работы) от системы управления этими объектами. Для этого виртуальная лаборатория должна быть спроектирована по технологии объект-контейнер. Система управления лабораторными работами реализуется как контейнер, а сами лабораторные работы реализуются как связанные объекты. В этом случае для удовлетворения требованиям международных стандартов достаточно обеспечить открытость интерфейса объект-контейнер.

Разработка системы должна проводиться в рамках ООП технологий, что обеспечивает масштабируемость программного обеспечения и предоставляет возможности для дальнейшей эволюции системы. В этом контексте наследование и полиморфизм обеспечивают широкие возможности определения новой функциональности описания базовых классов и классов-потомков.

Виртуальная лаборатория в структуре СДО

На рис.1 представлена архитектура клиент-серверного программного обеспечения СДО «Херсонский виртуальный университет» и показано место виртуальной лаборатории в этой системе. ВЛ рассматривается разработчиками как один из важных ресурсов системы. ВЛ интегрирована в систему и средства обучения и контроля являются неотъемлемой частью образовательного процесса в дистанционной форме [2].

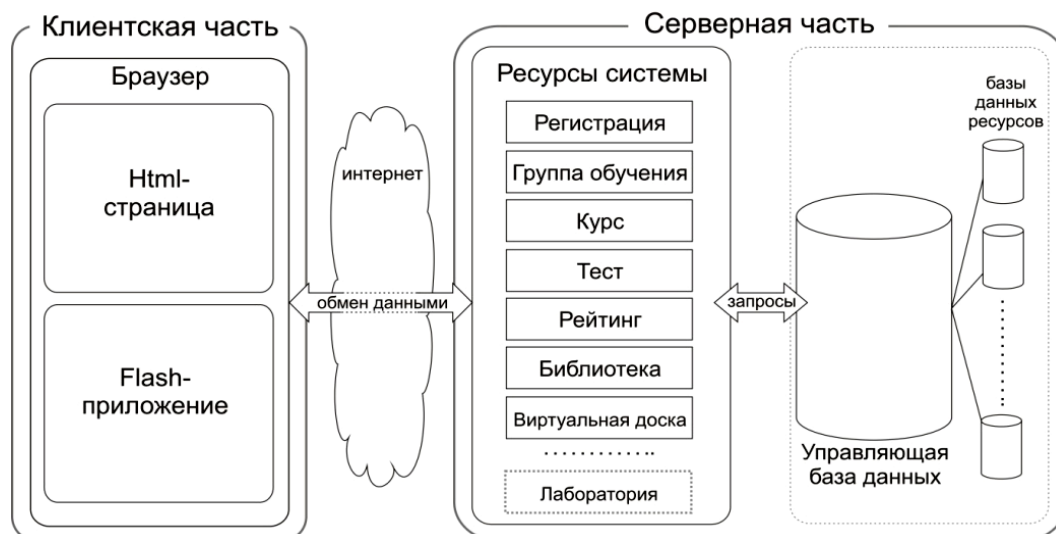


Рис.1. Виртуальная лаборатория как ресурс в СДО «Херсонский виртуальный университет».

При разработке ВЛ в СДО «Херсонский виртуальный университет» ставилась задача реализовать механизмы управления учебными модулями (лабораторными работами):

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.

Работа в виртуальной лаборатории проводится в контексте управления учебным процессом и обеспечения процесса обучения в рамках определённого дистанционного курса. В этом модуле по заданному сценарию выполнения виртуальной лабораторной работы учащиеся производят конструирование модели с помощью необходимых наборов инструментов. По завершению лабораторной работы она проверяется тьютором и результаты проведения лабораторной работы в виде оценки помещаются в рейтинговую таблицу группы дистанционного обучения.

Таким образом, виртуальная лаборатория, наряду с лекциями, тестами и другими элементами системы, является важным составным инструментальным элементом дистанционной системы обучения.

Объектная модель структуры программного обеспечения виртуальной лаборатории для решения экономических задач

Объектная модель структуры программного обеспечения описывает структуру объектов, составляющих систему, их атрибуты, операции, взаимосвязи с другими объектами. В объектной модели должны быть отражены те понятия и объекты реального мира, которые важны для разрабатываемой системы. В объектной модели отражается прежде всего содержательная часть предметной области разрабатываемой системы, что выражается в использовании терминологии прикладной области, связанной с использованием разрабатываемой системы.

На рис. 2 представлена общая структура и взаимодействие модулей в СДО «Херсонский виртуальный университет» при проектировании виртуальной лаборатории для решения экономических задач.

Виртуальная лаборатория является динамической системой, с тремя основными режимами работы:

- создание и редактирование лабораторной работы тьютором,
- выполнение лабораторной работы студентом,
- оценивание тьютором выполненной лабораторной работы студентом.

Вся система виртуальной лаборатории подразделяется на 3 основных структурных элемента – модуль рабочей области виртуальной лаборатории, модуль инициализации и модуль реализации задач предметной области.

1. Модуль рабочей области виртуальной лаборатории (work place) является программным модулем, который обеспечивает визуальное представление деталей системы, а также рабочий инструментарий для обработки объектов и конструирования моделей. Этот модуль предназначен для непосредственного взаимодействия с пользователем в процессе прохождения лабораторной работы.

Модуль отслеживает временные промежутки этапов конструирования, и выполнения действий системой (activity timer). В нем отслеживаются прерванные и завершённые рабочие сессии, а также проводится проверка, находится ли пользователь онлайн. Подмодуль (object & method manager) выполняет непосредственные операции создания объектов, модификации их свойств, методов, и определяет принципы взаимодействий одних объектов с другими. Обработчик событий (treatment of events) является основным инструментом отслеживания новых состояний объектов, обеспечивающий хранение и перенаправление сообщений и событий между целевыми классами лабораторной модели. Менеджер истории (history manager) ведёт полный список всех событий произведённых пользователем, а также занимается оперативным сохранением прогресса работы пользователя. Модуль прохождения

лабораторной работы (step list) представляет собой список с расписанным пошагово сценарием работы, по которому учащийся должен следовать, чтобы успешно завершить работу. Методы (start all actions) запускает этап выполнения построенной учащимся модели. Менеджер статистики (statistic manager) отслеживает все статистические показатели работы модели и предоставляет их в графической и иных удобных для анализа формах.

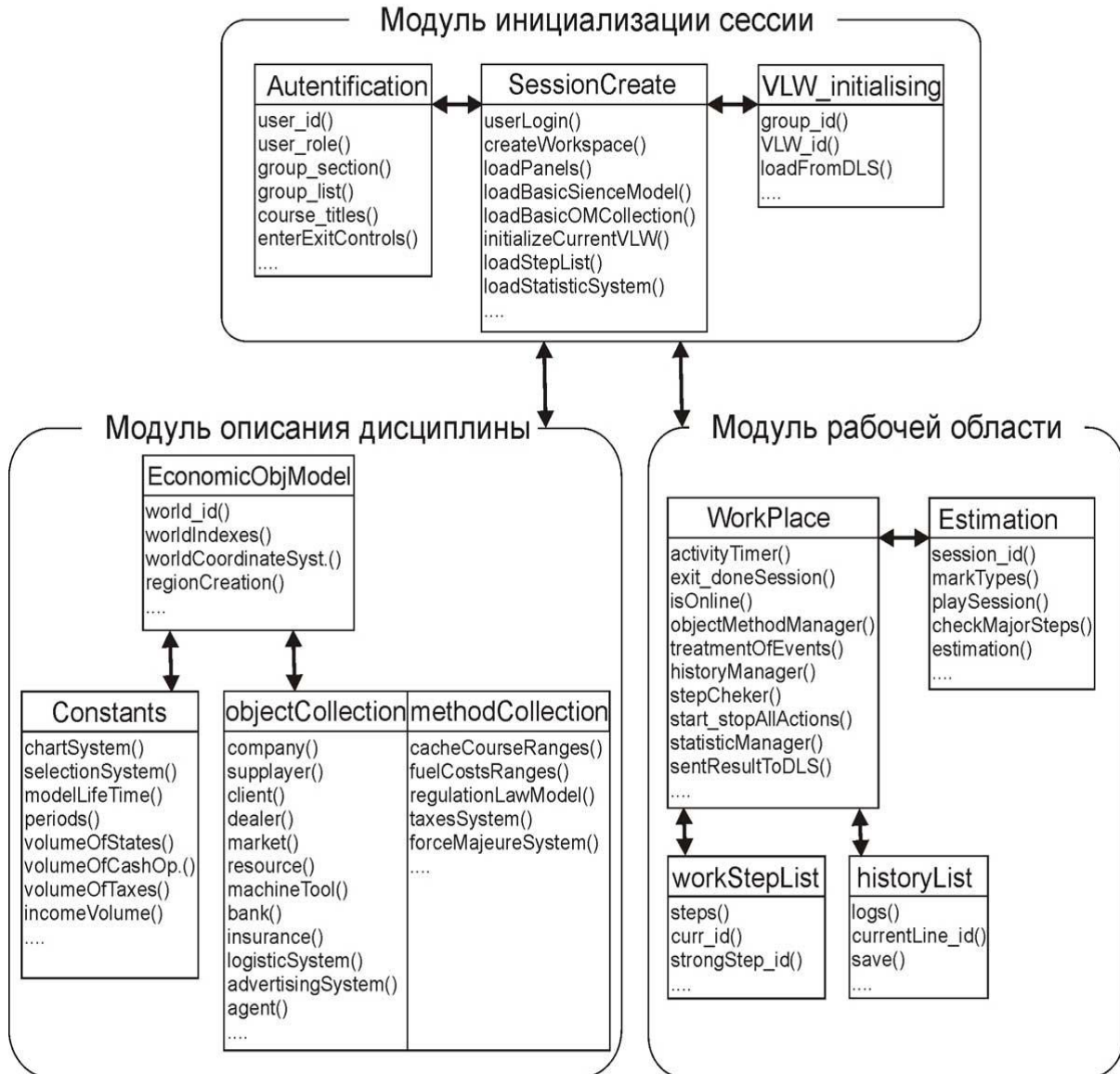


Рис. 2. Диаграмма взаимодействия модулей (классов) виртуальной лаборатории.

Оценивание (estimation) производится тьютором отдельно, после завершения учащимся прохождения лабораторной работы. Тьютор загружает произведённый учащимся алгоритм выполнения работы, воспроизводит его, и просматривает ход событий параллельно выставляя промежуточные оценки.

2. Модуль инициализации (session create) – производит инициализацию всех элементов виртуальной лаборатории.

Прежде всего, производится доступ пользователя в лабораторию, определяется принадлежность пользователя к определённой группе, определяется его роль, а также учётная запись ассоциируется с текущей виртуальной лабораторной работой. После чего создаётся рабочая область лаборатории, загружаются панели инструментов. Элемент (load basic science obj model) загружает в лабораторию основные объекты и модели из

определённой предметной области, а элемент (initialize current VLW) выполняет парсирование алгоритма выполнения лабораторной работы и производит ассоциацию с объектами из предметной области.

3. Модуль описания дисциплины (economic object model) предназначен для хранения коллекции объектов, методов, состояний, взаимодействий между объектами задач предметной области – это необходимый набор классов в иерархической структуре, описывающих конкретную область наук.

Коллекция объектов констант (constants) содержит настройки глобальных объектов, влияющих на экономическую модель системы, например, такие значения как курсы валют, периоды экономической активности и т.д.

Коллекция экономических объектов (object collection) содержит подробные описания объектов управления в рамках экономической науки, например, фирма, поставщик, клиент, дилер, магазин, склад, ресурс, станок, банк, агент и т.д. А также модель содержит функциональные методы, позволяющие осуществлять управление объектами, например логистика ресурсов, грузов и прочих экономических, информационных, товарных и финансовых видов потоков.

Коллекция методов (method collection) тесно связана с коллекцией объектов, и отвечает за локальное взаимодействие объектов между собой. Например, валютная курсовая разница, колебание цен на топливо, степень налогового и таможенного регулирования, система поведения в форс-мажорных ситуациях, и т.д.

Модуль дисциплины является имитационной моделью экономической системы государства, содержит в себе необходимые объекты и методы для исследования созданных самостоятельно студентами-экономистами экономических систем, а также анализ их жизнеспособности.

Построенная объектная модель виртуальной лаборатории для решения экономических задач может быть использована как прототип при разработке программного обеспечения подсистемы виртуальной лаборатории для других дисциплин в СДО «Херсонский виртуальный университет».

Выводы

Рассмотрена модель виртуальной лаборатории, являющейся составной частью системы дистанционного обучения. Определены основные требования к виртуальной лаборатории как к системе управления и использования учебных объектов (виртуальных лабораторных работ). Построена объектная модель структуры программного обеспечения виртуальной лаборатории для решения экономических задач. Данная система обеспечивает тьютора возможностью конструирования динамических моделей из объектов в рамках изучаемой предметной области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. – К.: Атіка, 2009. – 684 с.: іл.
2. Козловський Є.О., Кравцов Г.М. Виртуальна лабораторія в структурі системи дистанційного навчання. // Інформаційні технології в освіті. Випуск 10. – Херсон. – 2011. – С. 102 – 109.
3. H. 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.
4. Кравцов Г.М. Моделирование системы управления качеством электронных ресурсов обучения: интегрированный и дифференцированный подходы. // Інформаційні технології в освіті. Випуск 11. – Херсон. – 2011. – С. 24 – 31.
5. Меньшиков Д. В. Основные подходы к разработке системы построения виртуальных моделей и демонстраций / Д. В. Меньшиков, Е. А. Эйхман, С. Г. Юн // Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ – 2011): сб. материалов восьмой междунар. науч.-метод. конф., 2–4 февр. 2011 г. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 373 – 378.