ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

© И. М. Шабазов, М. Р. Тасуева, Б. Ж. Юхигов

ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

В первой части статьи описывается о том, что из себя представляют виртуальные лаборатории, их преимущества и недостатки, а также краткий обзор существующих систем виртуальных лабораторий. Во второй части обзор текущего состояния удаленных и представлены виртуальные лаборатории, а затем анализируется набор примеров систем для определить ключевые факторы, которые необходимо учитывать при оценке виртуальной лабораторной системы. После завершения обзора и оценки результаты и обобщены опыты. Наконец, основываясь на этих результатах и используя состояние современных инфокоммуникационных технологий предлагается новый возможный путь как реализовать современные виртуальные лаборатории.

Ключевые слова: виртуальные лаборатории, системы виртуальных лабораторий,

Введение

За последнее десятилетие дистанционное обучение или электронное обучение повзрослело и теперь широко используемая форма высшего образования во всем мире. Большинство этих систем предоставляют только платформу для доступа к статическому контенту, например, учебникам и другим материалам курса.

В настоящее время широко распространены также виртуальные лаборатории, особенно в инженерные дисциплины, где лабораторные занятия играют ключевую роль, помогая студентам соединить лексические знания с реальным миром. Эти системы позволяют предоставить интерактив-

ные средства обучения.

Виртуальные лаборатории предназначены для организации дистанционного образования, проведения опытов и лабораторных работ на виртуальном рабочем столе по различным предметам. В контексте данной статьи рассматриваются удаленные виртуальные лаборатории, которые дают возможность доступа в любое время.

Достоинства виртуальных лабораторий

С точки зрения университета и профессора, виртуальные лаборатории дают возможность вырваться из физических ограничений традиционной лаборатории и сделать упражнения доступными для более широкой аудитории. Поскольку все эти лаборатории используют инфокоммуникационные технологии, с их помощью можно отслеживать поведение учеников и собирать статистику, которая может использоваться для генерирования полезной обратной связи, также виртуальные лаборатории могут дать информацию об эффективности обучения для выявления проблем с данным материалом.

С точки зрения студентов, наиболее привлекательным преимуществом является возможность проводить эксперимент в индивидуальном темпе, и чтобы лаборатория была доступна в любое время откуда угодно.

Большое количество лабораторных экспериментов либо опасны, либо предполагают дорогостоящее оборудование, поэтому в лаборатории должен присутствовать руководитель и необходимые теоретические знания студента должны быть проверены, прежде чем они смогут начать эксперимент. Эти два фактора исключают возможность одновременного провести эксперимент и получить теоретические знания в процессе обучения для студента.

В виртуальной лаборатории студенты могут безопасно проводить эксперименты, и виртуальная лаборатория может

моделировать экстремальные условия, такие как измененная гравитация или очень высокая температура окружающей среды, что было бы невозможно или очень дорого делать в традиционной лаборатории.

Отсутствие фактического оборудования или ограниченное количество означает что параллельно заниматься выполнением лабораторных работ все не смогут. Виртуальные лаборатории ограничены только системными ресурсами, виртуальное оборудование не стареет и не изнашивается, что означает более низкие эксплуатационные расходы.

Недостатки виртуальных лабораторий

Одним из недостатков виртуальных и удаленных лабораторий является отсутствие практических навыков контакта с устройствами и оборудованием, поэтому виртуальная или удаленная лаборатория не может улучшать ручной труд, то есть не достигается ловкость, которая необходима для достижения того же результат эксперимента при работе с реальным оборудованием. Этот эффект может быть в некоторой степени снижен за счет использования 3D-моделей оборудования с высокой точностью.

Еще один недостаток связан с тем, что виртуальная среда похожа на видеоигры. Студенты склонны рассматривать виртуальный эксперимент как игру, поэтому они теряют чувство серьезности. В удаленных лабораториях студент не может нанести ущерб, допустив ошибку, потому что все контролируемые компоненты имеют предопределенные и проверенные средой ограничения. Эти лаборатории не требуют такого же уровня дисциплины и осторожности, которые необходимы для проведения безопасного эксперимента в традиционной лаборатории.

Поэтому важно помнить, что модель и симуляция должны быть достаточно достоверной, чтобы охватить все важные аспекты эксперимента. Важно правильно смоделиро-

вать явления, которые являются предметом лаборатории (например, точность измерительного оборудования зависит от температуры окружающей среды и т.п.).

Подходы к реализации виртуальных лабораторий

Поскольку виртуальные лаборатории имеют множество преимуществ перед традиционными, проектирование и разработка виртуальных лабораторий стали широко исследуемой темой в последние несколько лет. Многие исследовательские группы, университеты и даже промышленные корпорации, разработали свои собственные виртуальные лаборатории, охватывающие очень широкий спектр дисциплин. В современной научной литературе выделяют две основные категории виртуальных лабораторий. [1]

В первой категории, есть реализации виртуальных лабораторий, которые были разработаны и подходят для одной конкретной цели, т.е. для одного эксперимента. Эти реализации не применяют систематические подходы к дизайну, например, не учитывает возможность повторного использования или реализации разных компонентов системе и не могут использоваться для создания нового типа эксперимента. Вместо этого основное внимание уделяется самому эксперименту и программные компоненты, которые уже играют роль в этом эксперименте, также используется для реализации необходимых услуг для удаленной лаборатории, например, в веб сервер. В большинстве случаев этот подход дает быстрые результаты, потому что учитель (исследователь) уже знаком с программным обеспечением, но в конечном итоге это источник множества проблем. Во-первых, программное обеспечение, которое идеально подходит для эксперимента, например, LabVIEW могут содержать модуль для реализации веб сервер. Однако они не были предназначены для решения проблем, например, большого количество одновременных запросов, для которых было разра-

ботано программное обеспечение веб-сервера. Во-вторых, в них невозможно интегрировать компоненты с внешними сервисами, такими как аутентификация и авторизация, учет и хранение данных. В-третьих, очень сложно создать согласованный пользовательский интерфейс для конечных пользователей системы.

Во второй категории предлагаются виртуальные лабораторные системы, реализованные по эталонному подходу, которые были созданы следуя систематическому подходу к проектированию, используя шаблоны проектирования и лучшие практики из области веб-разработки. Такой подход успешно устраняет проблемы, упомянутые в первой категории. Однако это создает новое требование к командам, которые хотят провести новый эксперимент, а именно что они должны изучить использование новых инструментов, специфичных для веб-разработки. В инженерных дисциплинах это часто не проблема, потому что учителя уже обладают определенными знаниями и опытом в этой области. Однако в другие дисциплины, например, астрология, химия и медицина, где виртуальные лаборатории тоже очень полезны, эта проблема затрудняет вовлечение учителей в создание новых виртуальных экспериментов.

В последнее время ведутся активные исследования, чтобы заполнить пробел между этими двумя категориями. Таким образом, они по-прежнему подходят только для определенного набора экспериментировать или полагайтесь на программные компоненты, которые не были разработаны для данной цели. [2]

Новый взгляд на виртуальные лаборатории

Чтобы обеспечить удобство использования различных виртуальных лабораторий, научное сообщество, которое также является пользователями этих систем, провело оценку, большую часть времени уделяя дидактическим аспектам, то есть тому, как использование виртуальной лаборатории

повысило бы оценки студентов, а также тому технологиям разработки, т. е. какие программные продукты лучше использовать. Самый распространенный метод оценки включает опрос учителей и студентов по субъективным показателям и обработке накопленных данных статистическими методами. В ряде этих статей можно найти предположения о том, какие характеристики виртуальной лаборатории оказывают наибольшее влияние на дидактический успех лаборатории. Однако не предпринималось никаких попыток оценить эти системы с точки зрения синергии когнитивной инфокоммуникации.

Чтобы лучше понять, что делает систему виртуальной лаборатории успешной необходимо связать познавательный процесс обучения и виртуальную лабораторию как единую инфокоммуникационную систему. Это можно сделать, проведя оценку виртуальных лабораторий с точки зрения участников. Это может помочь определить ключевые факторы, которые необходимо учитывать при проектировании новой системы виртуальной лаборатории. Цель традиционного лабораторного курса – дополнить теоретические знания, полученные на лекциях. Участвующие стороны – институт, то есть университет, преподаватель или руководитель лаборатории и студент.

Виртуальную лабораторию можно охарактеризовать как инфокоммуникационную систему, которая используются учителями для создания виртуальных экспериментов и учебных материалов, а также студентами, чтобы получить знания с помощью этих виртуальных экспериментов. В виртуальной лаборатории преподавателя или руководителя вовремя эксперимента нет, вместо этого необходимое руководство представлено в описании эксперимента.

Учителя создают эти описания и дополнительные справочные материалы, чтобы дать повествование во время виртуального эксперимента. Таким образом, многие студенты

могут делать тот же эксперимент в любое время, в индивидуальном темпе. Аспекты оценки, описанные в предыдущих работах, могут быть расширен когнитивным аспектом следующим образом.

Обзор существующих систем

Перед тем как описать технологию реализации виртуальных лабораторий нами был проведен краткий обзор существующих систем.

▪ Веб-лаборатория Деусто

Проект Weblab Deusto – это совместная работа по предоставлению доступа к реальной лаборатории оборудование через Интернет для исследовательских и образовательных целей. Относится к категории удаленных лабораторных систем.

С познавательной точки зрения учебные материалы в Weblab Deusto представлены в пользовательском веб-интерфейсе. Он разработан таким образом, чтобы соответствующие и связанные материалы не были представлены на том же интерфейсе, что и удаленный интерфейс эксперимент. Из-за этого описание удаленного эксперимента и другие учебные материалы должны собираться и использоваться пользователями отдельно. [1]

▪ VISIR

Проект «Виртуальные системы в реальности» (VISIR) направлен на создание удаленного лаборатория удаленного электромонтажа и измерения электронных схем на макет.

Системное проектирование этой удаленной лаборатории следует модульному подходу. В измерительное оборудование, используемое для эксперимента, подключено к лаборатории сервер, который подключен к веб-серверу. [1]

Пользовательский интерфейс основан на веб-технологиях и имеет те же функции, что и Learning Система управления. Это позволяет преподавателям создавать курсы, описа-

ния экспериментов, и дополнительные материалы для эксперимента со знакомым набором инструментов. Однако сам эксперимент должен быть реализован вручную, с помощью специального набора инструментов, с использованием отдельный пользовательский интерфейс.

- *VEMA*

Virtual Electric Manual или VEMA – это виртуальная среда обучения, разработанная с упором на высокий уровень реализма, чтобы создать захватывающий опыт.

С когнитивной точки зрения сходство между реальным измерительным оборудованием и представлением трехмерной модели в виртуальной среде помогает студентам, связать знания, полученные в результате виртуального эксперимента, с реальным миром. Этот подход многообещающий; однако большой объем ручного труда требуется для создания этих 3D-моделей с высокой точностью требует большого опыта и ресурсов. [1]

Дизайн новой виртуальной лабораторной среды

Рассмотрение существующих реализаций виртуальных лабораторий и рассмотрение недостатки виртуальных лабораторий, очевидно, что нет согласованности на уровне представления, то есть в пользовательских интерфейсах. Из этой проблемы первый требование можно определить следующим образом; основной пользовательский интерфейс, включая административный интерфейс для учителей и пользовательский интерфейс для студентов должны быть последовательный и интуитивно понятный. [2]

Второе требование, которое исходит из когнитивного аспекта, – минимизировать необходимые переключения контекста во время эксперимента, т. е. представляют все релевантные и соответствующие материалы в едином пользовательском интерфейсе. В настоящее время большинство студентов в основном используют смартфоны и планшеты,

чтобы получить доступ к веб-сервисам вместо настольных и портативных компьютеров, необходимо поддерживают эти устройства.

Для реализации такой виртуальной лаборатории необходимы следующие составляющие:

- Вэб-клиент
- Сервер
- Клиентское приложение 3D
- Менеджер лабораторией
- Репозиторий Virtual Lab

Вэб-клиент

Чтобы выполнить это требование, современные передовые практики из области Интернета следует использовать дизайн пользовательского интерфейса. Как указано в [5], многие программы компоненты могут быть использованы. Поэтому рекомендуется избегать таких технологий, как Flash и Java, как и большинство основных веб-сервисов в настоящее время из-за их многочисленные практические проблемы, такие как безопасность и отсутствие кроссплатформенности операция.

Предлагаемый клиентский веб-интерфейс должен использовать современные веб-технологии, такие как HTML5 и JavaScript [5]. Таким образом можно гарантировать, что пользователь интерфейс можно использовать в любом современном веб-браузере, который уже установлен на устройства конечных пользователей, такие как смартфоны и планшеты. Это также гарантирует, что на рабочем столе

ПК, виртуальная лаборатория может использоваться без необходимости установки дополнительных программное обеспечение [5]. Такой подход также позволяет использовать современные фреймворки, которые помогают создавать интуитивно понятный, не требующий пояснений интерфейс, потому что большинство компонентов пользовательского интерфейса могут быть найдены в других популярных

веб-приложениях, которые студенты уже используют ежедневно базис [6].

Сервер

Недавняя тенденция в крупномасштабной разработке и эксплуатации программного обеспечения на базе Интернета заключается в изменении архитектуры с монолитной службы на микросервисы. Эта тенденция побудила к разработке новых инструментов для решения всех рабочих задач, от развертывания до управления, резервного копирования и мониторинга. В настоящее время экосистема микросервисов достигла уровня зрелости, который считается готовым к повседневной работе бизнес-операции. Следовательно, новая система должна состоять из набора модульных микросервисов. Таким образом, легко создавать масштабируемые виртуальные лаборатории, и все необходимые инструменты доступны для работы с ними.

Клиентское приложение 3D

Предлагаемый настольный клиент для системы виртуальной лаборатории основан на Фреймворке MaxWhere. MaxWhere – это уникальный VR-фреймворк (движок), который программируется с помощью JavaScript и позволяет создавать 3D- и VR-приложения, в котором обычный веб-контент полностью ассоциативен с трехмерным миром виртуальной реальности.

MAXWHERE предоставляет JS API под названием WOM (Where Object Model), который реализует для VR те же функции, что и модель DOM в веб-браузерах.

Возможность манипулировать моделями трехмерного пространства из программирования среда позволяет легко создавать высокоточные интерактивные 3D-модели, которые может помочь студентам легче понять сложные трехмерные структуры [20].

Возможность загружать веб-страницы в 3D-среде делает

MaxWhere хорошим выбором для развития, потому что тот же веб-интерфейс пользователя системы может использоваться в настольном клиенте. Это снижает затраты на разработку, а также обеспечивает что пользовательские интерфейсы единообразны для веб-клиентов и клиентов для настольных ПК. Другой Преимущество этой возможности заключается в том, что при использовании нескольких окон веб-браузера, размещенных в трехмерная среда, весь соответствующий контент – например, конспекты лекций и описание эксперимент – может быть представлен пользователю в едином пространстве. Студенты могут также используйте эти веб-браузеры для открытия релевантных и полезных веб-продуктов, например, их клиент электронной почты, онлайн-видеоматериалы и веб-сайт LMS университета в этом окружающая среда. Это значительно сокращает количество переключений контекста, т. е. переключение между разными окнами для завершения виртуального эксперимента и помогает студенты, чтобы сосредоточиться на обучении. [4]

Недавняя тенденция в крупномасштабной разработке и эксплуатации программного обеспечения через Интернет: изменить архитектуру с монолитной службы на микросервисы. Этот тенденция побудила к разработке новых инструментов для решения всех рабочих задач от развертывания для управления, резервного копирования и мониторинга. В настоящее время микросервис экосистема достигла уровня зрелости, который считается готовым к повседневной бизнес-операции. Следовательно, новая система должна состоять из набора модульные микросервисы. Таким образом, легко создать масштабируемый виртуальный лаборатории и все необходимые инструменты доступны для работы. [4]

Менеджер лабораторий

Основным компонентом нового дизайна является менеджер лаборатории. Система должна предоставить службу веб-сервера для обслуживания веб-приложения клиентом.

Должна обрабатываться аутентификация и авторизация клиентов с помощью Learning системы управления университетом, и она должна обрабатывать развертывание, управление и мониторинг экземпляров виртуальных лабораторных. Каждая из этих ролей требует сложной функциональности, а это означает, что Менеджер лаборатории должен быть модульным, как, для масштабирования с увеличением числа одновременных пользователей.

Репозиторий Virtual Lab

В репозитории Virtual Lab хранятся все необходимые активы виртуальной лаборатории, например, текстовые описания, исходный код или входные файлы моделирования и виртуальных лабораторных шаблоны. Шаблон виртуальной лаборатории должен содержать все свойства данной лаборатории, требования моделирования с точки зрения программных компонентов и системных ресурсов, а также алгоритм, описывающий развертывание и выполнение моделирования. Таким образом, учителя смогут очень быстро создавать разные лаборатории, потому что несколько шаблонов могут быть повторно использованы для нескольких лабораторий и различного обучения, повествования могут быть определены в одном и том же виртуальном пространстве. Менеджер лаборатории использует эти шаблоны для создания, развертывания и выполнения экземпляров виртуальных лабораторий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальдес М., Феррейра М., Барбоса Ф. П. М. Виртуальная 3D-лаборатория для обучения теории схем – виртуальная среда обучения, 51-я Международная энергетическая конференция университетов, 2016.
2. Гарсия-Субиа Х., Ордуна П., Лопес-де-Ипина Д., Алвес Г. Р. Решение проблемы влияния программного обеспечения при проектировании удаленных лабораторий // Международная конференция IEEE по промышленной элек-

тронике. 2009. Ч.56. № 12.

3. Трнка П., Врана С., Шульц Б. Сравнение различных технологий, используемых в виртуальной лаборатории, IFAC-PapersOnLine. 2016. Ч. 49. №. 6. С. 144-149.

4. Хорват И. Прорывные технологии в высшем образовании // Материалы 7-й конференции IEEE по когнитивным инфокоммуникациям. Вроцлав (Польша). 2016. С. 347-352.

5. Чапо Г., Virtual Collaboration Space // 8-я Международная конференция IEEE по когнитивным инфокоммуникациям. 2017.

6. Эскемббре Ф. Содействие созданию виртуальных и удаленных лабораторий для научно-технического образования // IFAC-PapersOnLine. 2015. Том 48. № 29. С. 49-58.

TECHNOLOGIES OF VIRTUAL LABORATORIES AS A MEANS OF INCREASING THE QUALITY OF TRAINING UNIVERSITY STUDENTS

© I. M. Shabazov, M. R. Tasueva, B. Zh.Yukhigov

GSTOU named after acad. M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The first part of the article describes what virtual labs are, their advantages and disadvantages, as well as a brief overview of existing virtual laboratory systems. The second part reviews the current state of the remote and presents the virtual laboratory, and then analyzes a set of sample systems to determine the key factors to consider when evaluating a virtual laboratory system. After completion of the review and evaluation, the results and experiments are summarized. Finally, based on these results and using the state of modern infocommunication technologies, a new possible way is proposed for how to implement modern virtual laboratories.

Keywords: virtual laboratories, virtual laboratory systems,