

## ДИСТАНЦИОННАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ ИНЖЕНЕРА

Гурина И.А.<sup>1</sup>, Медведева О.А.<sup>1</sup>, Шпак О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», Черкесск, e-mail: gurin2000@mail.ru

В статье представлены теоретические и практические аспекты использования виртуальной лаборатории как одного из доминирующих механизмов дистанционного обучения в подготовке инженера в условиях цифровизации современного образования; проведены «терминологическое» изучение и анализ ключевых понятий виртуального обучения, представленных в психолого-педагогических источниках, объектом исследования которых является образовательный процесс в учебных организациях, реализующих образовательные программы среднего общего, среднего профессионального и высшего образования. На базе обширного исследовательского материала, обобщающего опыт педагогических работников, включая многолетний личный опыт авторов статьи, рассмотрены различные аспекты практического использования технологии организации учебного процесса бакалавров направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») посредством использования виртуальных лабораторий на примере программного пакета визуального проектирования Electronics Workbench (Электронные инструментальные средства) и системы схемотехнического моделирования и анализа электрических и электронных устройств и установок (Multisim), используемых при изучении профессиональных дисциплин базовой и вариативной части образовательной программы. В работе проводится сравнительный анализ виртуальных лабораторных работ и моделирования на современных многоцелевых лабораторных стендах; определяются положительные моменты и основные недостатки применения виртуальных лабораторий в современном образовательном процессе.

Ключевые слова: цифровизация образования, дистанционные образовательные технологии, виртуальная лаборатория, инженерное образование.

## REMOTE VIRTUAL LABORATORY IN MODERN ENGINEERING EDUCATION

Gurina I.A.<sup>1</sup>, Medvedeva O.A.<sup>1</sup>, Shpak O.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>North Caucasian state academy, Cherkessk, e-mail: gurin2000@mail.ru

The theoretical and practical aspects of using a virtual laboratory in training an engineer are considered in the article as one of the dominant mechanisms of distance learning in the context of digitalization of modern education. A «terminological» study of the basic concepts of virtual learning, presented in psychological and pedagogical sources, was carried out, the object of which is the educational process in educational organizations that implement educational programs of secondary general, secondary vocational and higher education. On the basis of extensive material from the experience of teaching staff, including many years of personal experience of the authors, various aspects of the practical use of technologies, the organization of the educational process of bachelors is considered through the training direction 13.03.02 Electric Power Means and electrical engineering through a virtual laboratory using the example of visual modeling software packages (Electronics Workbench electronic tools) and schematic modeling and analysis systems for electrical and electronic devices and installations (Multisim) used in the study of professional disciplines of the basic and optional part educational program. Comparative analysis of virtual laboratory work and simulation is carried out on modern multipurpose laboratory stands. The positive aspects and main disadvantages of using virtual laboratories in the modern educational process are determined.

Keywords: digital education, distance learning technologies, virtual laboratory, engineering education.

До недавнего времени цифровые технологии рассматривались педагогическими работниками как инструмент совершенствования традиционной организации работы образовательных учреждений. В связи с переходом от внедрения цифровых технологий в образовательный процесс к цифровой трансформации образования становятся необходимыми: актуализация «целей и содержания обучения, изменение организации и

методов образовательной работы для перехода от обучения и воспитания всех к обучению и воспитанию каждого, пересмотр и оптимизация используемых учебно-методических и организационных решений, информационных материалов, инструментов и сервисов» [1, с. 3205], использование стремительно растущего потенциала цифровых технологий, в том числе методов искусственного интеллекта, для механизации и автоматизации всех видов работы с информацией.

#### Цель исследования

Рассмотрим возможности организации практической подготовки современного инженера (на примере направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника) при условии реализации образовательного процесса посредством использования удаленных виртуальных лабораторий.

#### Материал и методы исследования

Цифровая трансформация образования ведет к его качественной перестройке и заключается в достижении необходимого учебного результата каждым обучающимся путем персонализации учебного процесса на основе использования средств виртуальной реальности, которые «создают возможность применения цифровых тренажеров, не привязанных к одному рабочему месту, что расширяет круг изучаемых технологий» [2, с. 109].

Ключевым в развитии процессов цифровизации современного образования является его наиболее динамично развивающийся ресурс – дистанционное обучение, которое сегодня используется в ходе реализации образовательных программ практически всех ступеней образования и направлено на увеличение доступности и индивидуализации образовательного процесса за счет телекоммуникационных и виртуально-сетевых технологий. В связи с этим при отсутствии возможности работать в лабораториях учебного заведения в практической подготовке обучающихся используются удаленные виртуальные лаборатории, позволяющие без прямого взаимодействия с преподавателем моделировать поведение реальных объектов в компьютерной среде.

В процессе «терминологического» исследования возникает проблема использования часто встречающихся терминов: «виртуальное обучение», «виртуальная лаборатория», «виртуальная учебная лаборатория», «виртуальная информационно-образовательная лаборатория».

Проанализируем несколько различных интерпретаций ключевых определений, представленных в психолого-педагогических источниках. Т.В. Никулина и Е.Б. Стариченко полагают, что «виртуальная лаборатория – это смоделированный объект реального мира в электронную образовательную среду..., позволяющий организовывать лабораторные и практические занятия без отсутствия реального оборудования, непосредственного с ним

контакта» [3, с. 64]. И.В. Лапшина считает, что «виртуальная информационно-образовательная лаборатория является программно-информационной системой, состоящей из компьютерных программ, реализующих сценарий учебной деятельности, и специальным образом подготовленных знаний, а именно структурированной информации и систем упражнений для ее осмысления, осваивания и закрепления» [4, с. 29]. Виртуальная лаборатория, по мнению авторов статьи «Создание электронных учебных пособий и виртуальной лаборатории для дистанционного образования», представляет собой «интегрированную информационную среду, включающую учебные, учебно-методические, практические, справочные, контрольно-обучающие и контрольно-тестирующие материалы по блоку подготовки специальным дисциплинам» [5, с. 85]. Е.М. Князева рассматривает в качестве синонимичных следующие понятия: «дистанционное обучение», «обучение с применением компьютеров», «сетевое обучение», «виртуальное обучение» и иные, отмечая, что виртуальные лабораторные работы должны учитывать специфику изучаемой дисциплины при подготовке специалистов технических направлений [6].

Сравнительно-сопоставительный анализ позволяет заключить, что исследователи, занимающиеся проблемой виртуального обучения, включают разное содержание в понятие дефиниции «виртуальная лаборатория», пределы понимания которой размываются, объединяются и даже пересекаются. С нашей точки зрения, «виртуальная лаборатория – это лаборатория, которая относится к компьютерному моделированию физических и технических объектов и явлений; отражает функционирование реальных объектов и сущность явлений; позволяет наглядно и всесторонне представить ход моделируемых процессов на экране компьютера; придает учебному процессу исследовательский характер [7, с. 108]; является незаменимым инструментом в дистанционном обучении, которое по ряду факторов сложнее очного обучения и требует от обучающихся больших усилий для достижения эффективности учебного процесса.

Теоретический анализ предмета исследования и изучение практики работы образовательных учреждений показывают, что использование виртуальной лаборатории является мощным фактором повышения эффективности и качества процесса обучения на всех его этапах, в том числе в процессе практической подготовки бакалавров направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, в частности по дисциплинам «Электротехника», «Моделирование электротехнических устройств», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», при прохождении научно-исследовательской практики, выполнении расчетов по курсовому проектированию и специальной части выпускной квалификационной работы.

Использование будущими бакалаврами, обучающимися по профилю «Электроснабжение», «специальных пакетов программ визуального проектирования, в частности Electronics Workbench (Электронные инструментальные средства), позволяет составлять и испытывать в работе аналоговые и цифровые схемы различной степени сложности на экране компьютера без паяльника, осциллографа и вообще каких-либо деталей. Работа с такими программами направлена на усвоение истин науки, знание которых будет полезно инженеру на протяжении всей его деятельности, а также учит его мыслить самостоятельно, вырабатывать собственное мнение и делать соответствующие выводы по результатам практических экспериментов» [8, с. 354].

Для выполнения моделирования и анализа электрических схем, электротехнических и электронных устройств и установок незаменимой является система Multisim (в переводе multi – «много», simulation – «моделирование»), разработанная на основе виртуальной электронно-инструментальной лаборатории Electronics Workbench.

Данный программный продукт представляет собой виртуальную лабораторию, в библиотеках которой в виде условных графических символов размещены практически все элементы, необходимые для вычерчивания и сборки современных электрических схем: источники напряжения и тока, резисторы, катушки индуктивности, полупроводниковые приборы и т.д. Для изучения простейших цепей, а также выполнения лабораторных и контрольных заданий понадобится набор виртуальной измерительной техники: амперметр, вольтметр, мультиметр, осциллограф и т.д. При этом обучающийся, проводящий само моделирование электрической цепи на уровне, близком к профессиональному, может по своему желанию редактировать параметры всех без исключения элементов и приборов в максимально широком диапазоне.

Основные свойства виртуальных компонентов Multisim сопоставимы с характеристиками подлинных физических элементов. Такая функциональная возможность программного продукта приводит к тому, что электрическая цепь, собранная в «рабочем окне» программы Multisim, после ее активации выключателем питания оживает: по ее ветвям протекают токи, а на элементах цепи появляются падения напряжения. Присоединив к схеме виртуальные приборы, можно измерить значения тока, напряжения и т.д.

Показательно, что «правила сборки виртуальной электрической схемы, измерения и другие исследования выполняются практически по тем же правилам, что и для подлинной схемы. Количество и тип электрических и электронных схем для самых разных целей, которые могут быть собраны и исследованы на обычном современном компьютере, безграничны. После сбора на «рабочем поле» электрической схемы, согласно заданию

лабораторного практикума, ее можно исследовать в установившихся и переходных режимах, а также провести полный анализ» [9, с. 187].

Следует подчеркнуть, что при качественном проведении виртуального эксперимента его результаты будут идентичны результатам исследования в настоящей схеме, а по точности даже превзойдут их, что является несомненным преимуществом моделирования электрических схем в рамках виртуальной лаборатории.

Еще одно важное преимущество программы Multisim заключается в том, что время, необходимое для сборки и проверки схем, неизмеримо меньше, чем для сборки и исследования реальных электрических цепей, и существует гораздо больше вариантов и возможностей для исследований, чем на физическом стенде в вузовской лаборатории.

Таким образом, пакет Multisim, по сути, представляет собой современную виртуальную электротехническую лабораторию, размещенную в персональном компьютере, и сегодня она становится незаменимым помощником в рамках дистанционного осуществления учебного процесса. Это означает, что после прохождения определенной теоретической подготовки и получения минимальных навыков работы с программным продуктом обучающийся имеет возможность провести виртуальное моделирование и изучить широкий спектр электрических схем, соответствующих конкретной реальной установке. При этом методологически важно, чтобы обучающийся был знаком с основами работы на персональном компьютере; знал, по крайней мере, основы электротехники и электроники в рамках осваиваемой образовательной программы; четко представлял себе задачу исследования, моделируемую схему и возможные результаты, которые будут получены. Для этого он должен предварительно составить принципиальную схему исследования и рассчитать основные параметры его элементов с учетом границ изменения основных физических величин (напряжения, тока, мощности и т.д.).

С точки зрения практической значимости использование рассматриваемой системы схмотехнического моделирования состоит в том, что, рассчитав и спроектировав электротехническое устройство, обучающийся может собрать его виртуальную схему, тщательно исследовать ее, провести необходимые измерения и только после этого доработать схему, убедившись, что она соответствует всем заданным параметрам. Это первоначальное назначение и главное преимущество программы Multisim, которое предопределило ее постоянное совершенствование и все более широкое распространение в исследовательских и образовательных целях.

Наряду с простотой моделирования указанные преимущества должны быть «максимально усвоены инженерами, которые проектируют и тестируют новые устройства, поскольку эти этапы производственной деятельности могут быть выполнены на виртуальной

модели, что избавляет от необходимости строить физическую модель устройства, и, как следствие, резко сокращает материальные и временные ресурсы» [9, с. 187].

Участие в учебном процессе, реализуемом с использованием дистанционных технологий и электронного обучения, более наглядно и понятно обучающимся, чем практическая подготовка на современных многоцелевых установках, представленных в виде функциональных блоков или мнемонических схем в раме лабораторного стола с элементами и приборами, помещенными внутрь стенда, что, как правило, затрудняет понимание внешнего вида схемы, ее структуры и поведения. В процессе же выполнения виртуального лабораторного эксперимента можно последовательно и осмысленно извлекать необходимые элементы из электронной библиотеки компонентов и измерительных приборов, самостоятельно собирать и изучать электрическую или электронную схему на мониторе компьютера. При этом исследовательские возможности любого современного стенда несоизмеримо меньше, чем у программного обеспечения удаленной лаборатории.

В целом, использование программных продуктов Electronics Workbench, Multisim и целого ряда других альтернативных симуляторов электрических и электронных схем с похожим функционалом позволяет будущим бакалаврам всех форм обучения рассматриваемого направления подготовки значительно расширить возможности и улучшить понимание в процессе выполнения лабораторного практикума и контрольных заданий, в ходе курсового и дипломного проектирования, а также стимулирует к более глубокому изучению данного виртуального инструмента с целью создания, расчета и тестирования электрических схем объектов на этапах проектирования, производства и эксплуатации производственного цикла.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Как показывают исследования [10–13], а также многолетний педагогический опыт авторов, реализация перечисленных выше возможностей практического использования виртуальных лабораторий, в том числе в дистанционном образовательном процессе, позволяет обеспечить обучаемому:

- расширение и углубление области познавательной деятельности за счет возможности имитации изучаемых процессов и явлений;
- независимость от технического оснащения вузовских лабораторий, что важно в современных условиях, когда приобретение дорогостоящих лабораторных комплексов и стендов требует значительных капиталовложений и под силу далеко не всем образовательным организациям;
- сокращение сроков освоения изучаемых объектов, процессов или явлений, моделирование которых в настоящих лабораториях может занять длительное время;

- возможность самостоятельно наблюдать ход экспериментального исследования и фиксировать его результаты в масштабе реального времени;
- отсутствие ошибок и погрешностей измерений исследуемых параметров, а также возможность неограниченного повторения эксперимента;
- высокую безопасность лабораторных исследований;
- повышение мотивационной составляющей познавательной деятельности обучающихся за счет компьютерной визуализации исследуемых объектов и явлений;
- «свободу выбора темпа и траектории получения знаний с элементами самообучения и самоконтроля» [7, с.108];
- индивидуализацию выполнения лабораторного практикума, развитие «конструкторских способностей и технической смекалки» [7, с. 109], повышение качества учебного процесса;
- формирование информационной культуры как составляющей общей и профессиональной культуры члена информационного общества через работу с объектно-ориентированными программными инструментами и системами;
- вооружение стратегией решения технических задач посредством использования цифровых технологий.

В то же время применение исключительно виртуальных лабораторий в учебном процессе может привести к отсутствию выработки практических навыков работы с реальными приборами, в том числе в электроэнергетических системах; опасному воздействию технологий виртуальной реальности на психику человека; возможности социальной изоляции и предпочтению виртуального мира реальному.

### **Заключение**

Таким образом, в инженерном образовании роль виртуального эксперимента, безусловно, важна, а возможность организации многопользовательского доступа к виртуальным лабораториям позволяет реализовать любую форму экспериментальной деятельности, что значительно повышает качество обучения, осуществляемого с помощью дистанционных технологий.

### **Список литературы**

1. Глотова М.И. Проблемы университетского образования в условиях цифровизации // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург: Издательство Оренбургского государственного университета, 2020. С. 3205-3209.

2. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8. С. 107-113.
3. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Виртуальные образовательные лаборатории: принципы и возможности // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 62-66.
4. Лапшина И.В. Виртуальная информационно-образовательная лаборатория в профессиональной подготовке студентов: дис ... канд. пед. наук. Ставрополь, 2002. 188 с.
5. Егоров А.Ф., Бельков В.П., Савицкая Т.В. Создание электронных учебных пособий и виртуальной лаборатории для дистанционного образования // Современная образовательная среда: материалы Всероссийской конференции. М.: Издательство Российского химико-технологического университета, 2002. С. 88-89.
6. Князева Е.М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. 2012. № 6-3. С. 587-590.
7. Гурина И.А., Медведева О.А. Виртуальная информационно-образовательная лаборатория как средство развития самостоятельности школьников // Информатика и образование. 2007. № 3. С. 107-109.
8. Гурина И.А., Медведева О.А., Нагорная Г.Ю., Шпак О.В. К вопросу о развитии познавательной самостоятельности студентов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22930> (дата обращения: 15.10.2020).
9. Алиев И.И., Гейдаров С.Т. Схемотехническое моделирование в электротехнике // Естественные и технические науки. 2007. № 2. С. 186-187.
10. Саданова Б.М., Олейникова А.М., Альберти И.В., Одинцова Е.А., Плеханова Е.Н. Применение возможностей виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза // Молодой ученый. 2016. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/108/25945/> (дата обращения: 13.10.2020).
11. Камынина Н.Р. Цифровые технологии в высшем образовании: современный подход к подготовке кадров в области сбора, обработки и применения пространственных данных // Вестник инженерных изысканий. 2019. № 5 (35). [Электронный ресурс]. URL: <http://izyskateli.info/2019/08/tsifrovye-tehnologii-v-vysshem-obrazovanii-sovremennyj-podhod-k-podgotovke-kadrov/> (дата обращения: 26.10.2020).
12. Рахматов В.З. Виртуальные лаборатории в системе обучения студентов // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2018. № 51. С. 29-33.
13. Савкина А.В., Савкина А.В., Федосин С.А. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении // Образовательные технологии и общество. 2014. № 4. С. 507–517.