

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД И СРЕДСТВО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Елена Вахтина, Александр Вострухин

**Аннотация:** В статье рассматривается проблема повышения эффективности обучения студентов. Для ее решения предлагается расширить функциональные возможности традиционной системы обучения за счет использования тренинговых методов, основанных на привлечении ресурсов информационно-коммуникационных технологий. Выделены критерии оценки дидактической эффективности интеграции новых элементов в традиционную систему обучения.

**Ключевые слова:** дидактическая система, лабораторный практикум, гуманизация процесса обучения, виртуальный эксперимент, среда схематического моделирования, дидактические задачи моделирования, комплексная лабораторно-практическая работа.

**ACM Classification Keywords:** K.3.1 Computer Uses in Education, J.2 Physical Sciences and Engineering.

**Conference:** The paper is selected from Third International Conference "Modern (e-) Learning" MeL 2008, Varna, Bulgaria, June-July 2008

---

### Введение

Занимаясь изучением эволюции процесса обучения в условиях постоянного роста объема информации и сокращения времени на ее усвоение, мы проанализировали развитие типичных дидактических систем (ДС), т.е. систем обучения. Опираясь на положение о том, что основным критерием прогрессивного развития системы обучения, как частного случая социальной системы, является гуманитарный [1], определили его показатели: выявление и использование незадействованных психологических ресурсов субъектов образовательного процесса (внутренний) и привлечение перспективных инструментальных средств и методов (внешний) [2]. Само же развитие ДС происходит путем взаимосвязанных преобразований всех ее компонентов: целевого, содержательного, организационно-методического и аналитико-результативного.

Будем исходить из положения, что каждая конкретная модификация ДС имеет вполне определенные возможности для достижения предполагаемого результата. Эти возможности жестко обусловлены конкретными характеристиками системы. Применительно к системе обучения В.П. Беспалько формулирует это утверждение как «закон сохранения» и называет его «первым и единственным в дидактике законом, утверждающим, что ... каждый дидактический процесс обладает вполне определенными принципиальными возможностями по качеству формирования у учащихся знаний, умений, навыков за заданное время» [3].

Это означает, что если мы хотим получить результаты обучения заданного уровня и качества, то должны позаботиться о соответствующей ДС, функционирование которой обеспечит нужную направленность и интенсивность педагогического процесса. Таким образом, если система – это средство достижения цели, то справедливо и обратное утверждение: успешность результата обучающего воздействия определяется функционирующей системой обучения.

---

### Моделирование как метод и средство совершенствования системы обучения

В этой статье мы рассмотрим только организационно-методический компонент ДС на примере лабораторного практикума по интегрированному курсу «Электротехники и электроники» в системе классического вузовского образования.

Дисциплина «Электротехника и электроника» предназначена для общеинженерной и теоретической подготовки студентов высших учебных заведений, обучающихся по неэлектротехническим инженерным специальностям. Характер содержания дисциплины – целостный логико-доказательный. Для освоения такого содержания предпочтительны следующие системы методов и форм обучения: проблемно-сообщающего на лекциях и экспериментального исследования на лабораторном практикуме [4]. Причем практика преобладает в количественном отношении: 60% аудиторных занятий отводятся в учебном плане на проведение лабораторных работ. На этих занятиях имеются все необходимые дидактические и психологические условия для реализации личностно-деятельностного подхода в обучении и осуществления субъект-субъектных отношений между студентами и преподавателем, что очень важно с точки зрения гуманизации процесса обучения, которая заключается в создании условий для актуализации и развития способностей, сущностных сил субъектов этого процесса. Поэтому мы остановимся именно на лабораторном практикуме.

Опираясь на имеющуюся материальную базу – универсальные лабораторные стенды, комплекты инструкций и методических рекомендаций к ним, мы решили усовершенствовать технику и методику проведения лабораторного эксперимента за счет использования компьютерного моделирования. Почему мы предположили, что именно компьютерное моделирование способствует повышению эффективности процесса обучения? Чтобы ответить на этот вопрос обратимся к результатам исследования В.Э. Штейнберга в области инструментальной дидактики. «Развитие дидактики пошло по пути создания различных организационно-методических форм процесса обучения: проблемного, модульного, проектного и т.д. Несомненно, созданные формы обучения сыграли определенную роль в повышении эффективности обучения, но, учитывая, что основные задачи обучения решаются на уровне микротехнологии процесса восприятия, переработки и применения знаний учащимися, главные барьеры повышения эффективности обучения остались не преодоленными. Эти барьеры – недостаточный объем моделирующих дидактических средств в составе обеспечения учебного процесса, и недостаточные знания о механизмах мышления человека или антропологических основаниях дидактики»[5]. Дело в том, что сам метод моделирования в совокупности с современными средствами его реализации задействуют одновременно несколько каналов связи между внешним и внутренним планами учебной деятельности. На основании этого создаются необходимые психолого-дидактические условия для существенного повышения степени самостоятельности в познавательной деятельности студентов, что в свою очередь повышает ее эффективность.

Как известно, компьютерные модели с большим диапазоном регулируемых параметров являются наглядным представлением численных методов, отражающих законы, теоремы и принципы электротехники. Эти модели задействуют имитационную форму обучения через проведение виртуального эксперимента, который, с одной стороны, готовит студента к реальному эксперименту: тренирует в его проведении и дает предварительные результаты, позволяющие в дальнейшем анализировать результаты реального эксперимента. С другой стороны, виртуальный эксперимент обладает возможностями, которые исключаются в реальном:

- моделирование аварийных режимов работы,
- замедление или ускорение электромагнитных явлений и процессов в электрических цепях и электротехнических устройствах, что способствует более глубокому их пониманию.

Выделим дидактические задачи, которые целесообразно решать с помощью компьютерного моделирования при обучении студентов неэлектротехнических специальностей:

- выполнение эксперимента в виртуальной среде в качестве самостоятельной подготовки к выполнению этого же эксперимента на лабораторном оборудовании;
- получение предварительных результатов эксперимента для последующего сравнения с результатами реального;
- сокращение времени на обработку результатов и оформление отчета за счет автоматизации расчетов и графических построений.

После определения задач моделирования, мы установили, что их решение в полной мере осуществимо в среде схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB). Особенностью этой программы является наличие панели контрольно-измерительных приборов по характеристикам приближенных к их промышленным аналогам. EWB позволяет имитировать работу с измерительными приборами, моделировать электрические схемы, упрощать их путем оформления подсхем и конвертировать в другие системы моделирования [6]. Анализ практики виртуального эксперимента в ведущих технических университетах России, Украины и Болгарии выполненный по материалам международных конференций [7, 8, 9, 10,11], показал, что EWB наиболее популярная среда схемотехнического моделирования, кроме того, она предваряет работу студентов в среде LabView, которая непременно окажет влияние на методику преподавания электротехнических дисциплин в будущем. Поэтому остановили свой выбор именно на программе EWB.

Нужно отметить, что, хотя моделирование эксперимента выполняется компьютерной программой с учетом всех рассмотренных в учебнике законов и методов, но сами эти законы и методы пользователю не видны, он получает только конечный результат. Поэтому для компенсации недостатка в отработке методов расчета электрических и магнитных цепей (практические занятия не предусмотрены учебным планом), мы ввели практическую, т.е. расчетную часть, предшествующую эксперименту. В результате получили схему комплексной лабораторно-практической работы (ЛПР). Представим ее структуру и содержание в табл. 1.

Таблица 1. Схема комплексной ЛПР

Элементы	Их дидактические задачи	Содержание
1. Основные теоретические положения	Актуализация теоретической базы знаний	Тезисно ориентируют студента на необходимый лекционный материал. Содержат тесты предварительного контроля знаний по теме
2. Практическая (расчетная) часть работы	Закрепление теоретического материала: - отработка расчетных, графических и графо-аналитических методов анализа работы электрических, магнитных и электронных цепей	Задание на предварительный расчет эксперимента и образец его выполнения, а так же варианты данных для выполнения задания каждым студентом самостоятельно
3. Компьютерное моделирование эксперимента	- самостоятельное выполнение эксперимента в виртуальной среде; - получение предварительных результатов эксперимента; - автоматизация расчетов и графических построений	Пример моделирования эксперимента в среде EWB
4. Экспериментальная часть работы	Получение практических навыков экспериментальной работы: - соблюдения правил электробезопасности; - сборки электрических схем; - включения и настройки измерительных приборов, источников питания; - анализа результатов и формулирования выводов	Правила безопасности, методические указания по проведению эксперимента на лабораторном стенде и анализу его результатов
5. Задания для контроля и самоконтроля	Проверка уровня знаний студентов по теме, выявление проблем и планирование коррекционной работы	Контрольные тесты

Как видно из табл. 1, в классическую последовательность элементов лабораторно-практического занятия мы добавили третьим элементом компьютерное моделирование эксперимента с целью усиления связи между теорией и практикой. В чем его особенность? Дело в том, что компьютерное моделирование развивает наглядно-образное мышление студентов и занимает промежуточное положение, связывая между собой расчетную и экспериментальную части работы, на которых происходит развитие словесно-логического и наглядно-действенного мышления соответственно. Включение в работу всех типов мышления обеспечивает целостность развития обучаемого через реализацию микротехнологии восприятия, переработки и применения знаний. Такова основная позиция, по которой на наш взгляд, компьютерное моделирование развивает традиционную систему обучения в направлении ее гуманизации.

В чем отличие предложенной схемы от методик других авторов? Принципиальное отличие заключается в том, что мы рассматриваем моделирование (виртуальный эксперимент) как неотъемлемую часть всей работы, одним из методов, дополняющих традиционные методы проведения ЛПР, т.е. в комплексе с расчетами и реальным экспериментом.

Существуют и другие точки зрения на применение виртуального эксперимента в образовательной практике:

- 1) как самостоятельной формы эксперимента [8],
- 2) как дополнение традиционного лабораторного практикума выполнением части работ в виртуальной лаборатории [9, 10, 11].

Выделим сильные и слабые стороны названных подходов. Эксперимент только в среде схемотехнического моделирования – первый подход – целесообразен только в тех случаях, когда проведение данной работы ограничено возможностями имеющегося лабораторного оборудования. Если таких ограничений нет, то проведение только виртуального эксперимента неоправданно по следующим причинам:

- студенты лишаются возможности получения практических навыков работы с электротехническим оборудованием;

- у них формируется виртуальное, т.е. «игрушечное» отношение к эксперименту.

Сильной стороной данного подхода является самостоятельное совершенствование авторами схемотехнической среды моделирования – максимальное ее приближение к реальным приборам и устройствам.

Второй подход – выполнение части работ практикума в виртуальной лаборатории – позволяет значительно расширить тематику экспериментальных исследований. Однако, при проведении только реального, или только виртуального эксперимента имеется возможность решения лишь части дидактических задач. Кроме того, совершенно очевидно, что для анализа результатов наиболее полные и достоверные данные можно получить только на основании комплексного проведения эксперимента.

Для проверки эффективности новой схемы проведения ЛПР мы провели ее апробацию и экспериментальное внедрение в образовательную практику. Выделили экспериментальные группы и провели с ними вводный инструктаж в течение одного академического часа с целью знакомства студентов с новой схемой проведения ЛПР.

Обследованию подвергались две контрольные и две экспериментальные группы, которые для упрощения условно названы нами единой контрольной и единой экспериментальной группами. Студенты контрольной и экспериментальной групп осваивали одну и ту же учебную программу. При этом в учебном процессе экспериментальной группы реализовывалась новая схема ЛПР, а в контрольной группе лабораторные работы проводились традиционно.

На начальном этапе работы студентов экспериментальной группы в среде EWB были выявлены определенные трудности: языковой барьер – программный продукт выполнен на английском языке; несовпадение стандартов условных обозначений России и Канады (страны-производителя) программного продукта. Однако все названные затруднения не стали существенными, так как уровень квалификации преподавателя ведущего занятия, имеющийся в наличии большой выбор современной научной и учебной литературы по компьютерному моделированию и имеющийся у студентов опыт работы с различными компьютерными программами позволили им быстро адаптироваться в среде EWB.

Дидактическая эффективность интеграции реального и виртуального эксперимента в лабораторном практикуме оценивалась нами по двум критериям, выделенным из перечня показателей качества ГОСТ Р ИСО 9000-2001 и представленным в табл. 2.

Таблица 2. Критерии оценки дидактической эффективности комплексной ЛПП

Показатели качества	Характеристика	Параметры	Метод определения параметра
1. Показатели назначения	Действенность	1. Коэффициент усвоения знаний	Тестирование по представительной выборке учебных элементов (30%)
		2. Дисперсия коэффициента усвоения	Статистическая обработка результатов тестирования
	Прочность	3. Коэффициент прочности (сохраняемости) знаний	Отсроченное Интернет-тестирование по выборке учебных элементов
		4. Дисперсия коэффициента прочности знаний	Статистическая обработка результатов тестирования
2. Эргономические показатели	Оптимальность для студента	1. Показатель познавательной активности	Прямое наблюдение, анкетирование
		2. Затраты времени на выполнение лабораторных работ	Прямое наблюдение
	Оптимальность для преподавателя	3. Затраты времени на контроль и анализ результатов обучения	Прямое наблюдение
		4. Сравнительная эффективность учебного занятия	Самоанализ занятий и анализ взаимопосещений занятий

Например, для выявления эргономических показателей компьютерного моделирования мы оценили его влияние на познавательную активность студентов  $\Pi_a$ .

$$\Pi_a = \frac{A}{N \cdot T},$$

где  $A$  – количество работ, вовремя выполненных студентами;

$N$  – количество студентов в группе;

$T$  – время, отведенное в учебном плане на лабораторные работы в академических часах ( $[\Pi_a] = \text{час}^{-1}$ ).

Средние выборочные значения показателя познавательной активности  $\Pi_a^{cp}$  по подгруппам экспериментальной и контрольной групп оказались равными 0,94 час<sup>-1</sup> и 0,75 час<sup>-1</sup> соответственно, что подтверждает существенное улучшение этого показателя.

После математической обработки остальных экспериментальных данных получили положительный прирост и других показателей соответствующих критериев.

Опыт проведения лабораторного практикума по «Электротехнике и электронике» со студентами неэлектротехнических специальностей по новой схеме в течение трех семестров показал рост интенсивности обучения при отсутствии перегрузки за счет смены видов деятельности. Время, затраченное студентами на выполнение одной работы в аудитории, не превышает двух академических часов при обязательной самостоятельной подготовке дома. Следует заметить, что на начальном этапе эксперимента (в течение 1-2 работ) время выполнения увеличилось на одну треть академического часа из-за необходимости адаптации студентов к среде EWB. Затем виртуальный эксперимент перешел из аудиторной в самостоятельную работу студентов.

---

### Заключение

Разработанная схема проведения лабораторных работ и опыт ее применения обсуждались на двух международных конференциях: Modern (e-) Learning – Varna, 2007 [7] и Online Educa – Moscow, 2007. В результате были выделены дидактические задачи каждого элемента схемы (см. табл. 1), выполнение которых и гарантирует дидактическую эффективность интеграции реального и виртуального в лабораторном эксперименте. Сформировалось понимание того, что при разработке лабораторного практикума по любой из электротехнических дисциплин в каждой работе необходимо планировать использование современных сред схмотехнического моделирования. Кроме того, потенциал этих сред в области самостоятельного обучения, несомненно, будет востребован в курсовом и дипломном проектировании.

В итоге мы пришли к следующему выводу: эволюция лабораторного практикума происходит в рамках общей тенденции развития учебного процесса – информатизации и осуществляется внедрением моделирования в систему методов и форм его организации. При этом виртуальный эксперимент (компьютерная модель) не заменяет реального, а, предваряя его, образует систему обучения с большим спектром дидактических возможностей, расширяющих внешний и внутренний планы учебной деятельности студентов.

---

### Библиография

- [1] Алексеев, П.В. Философия: учебник для вузов / П.В.Алексеев, А.В. Панин. – Изд. 3 - е, перераб. и доп. – М.: Проспект, 2001. – С. 576.
- [2] Вахтина Е.А. Дидактическое проектирование как технология гуманизации процесса обучения в вузе: авторефер. дис. канд. пед. наук / Вахтина Елена Артуровна. – Майкоп, 2006. – С. 13-14.
- [3] Беспалько, В.П. Основы теории педагогических систем. / В.П. Беспалько – Воронеж, 1977. – С. 136.
- [4] Загвязинский, В.И. Теория обучения: Современная интерпретация: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. И. Загвязинский. – М.: Издат. центр «Академия», 2001. – С. 91.
- [5] Штейнберг, В.Э. Концепция дидактического дизайна / В. Э. Штейнберг // Современный образовательный процесс: опыт, проблемы и перспективы: матер. Межрегион. науч.- практ. конф. – Уфа: БИРО, 2007. – С. 427-428.
- [6] Панфилов, Д.И. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях. Практикум на Electronics Workbench. В 2т. Т. 1. Электротехника / Д. И. Панфилов, В. С. Иванов, И. Н. Чепурин; под общ. ред. Д.И. Панфилова. – М.: ДОДЭКА, 1999. – 304 с.

- [7] Сепоян, П.Р. Новые подходы в обучении студентов электротехническим дисциплинам на основе разработок компании National Instruments / П.Р. Сепоян // Традиции и педагогические новации в электротехническом образовании (НИТЭ-2006): материалы VII Междун. науч.- методич. конф. / Под общ. ред. Л.Х. Зайнутдиновой; ФГОУ ВПО «АГТУ». Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – С. 34-35.
- [8] Кузнецов, Э.В. Компьютерный учебно-методический комплекс «Электротехника и электроника» / Э.В. Кузнецов, В.И. Киселев, Е.И. Рослякова // Традиции и педагогические новации в электротехническом образовании (НИТЭ-2006): материалы VII Междун. науч.- методич. конф. / Под общ. ред. Л.Х. Зайнутдиновой; ФГОУ ВПО «АГТУ». Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – С. 276-279.
- [9] Марченко, А.Л. Разработка дистанционного лабораторного практикума по электротехнике / А.Л. Марченко, Освальд С.В. // Традиции и педагогические новации в электротехническом образовании (НИТЭ-2006): материалы VII Междун. науч.- методич. конф. / Под общ. ред. Л.Х. Зайнутдиновой; ФГОУ ВПО «АГТУ». Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – С. 298-302.
- [10] Алтунин, Б.Ю. Методика обучения электротехническим дисциплинам с применением информационных технологий / Б.Ю. Алтунин, Н.Г. Панкова // Традиции и педагогические новации в электротехническом образовании (НИТЭ-2006): материалы VII Междун. науч.- методич. конф. / Под общ. ред. Л.Х. Зайнутдиновой; ФГОУ ВПО «АГТУ». Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – С. 372-375.
- [11] Польский, М.А. Методика проведения учебных занятий с применением комбинированных дидактических интерактивных программных систем / М.А. Польский // Современное электронное обучение «Modern (e) Learning»: матер. Междун. конф. – Болгария: FOI ITHEA, 2007. – С. 59-60.
- 

#### **Сведения об авторах**

---

**Вахтина Елена Артуровна** – Ставропольский государственный аграрный университет, доцент кафедры «Автоматики, электроники и метрологии», кандидат педагогических наук; Россия, 355017, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12; e-mail: [VEA1961@yandex.ru](mailto:VEA1961@yandex.ru)

**Вострухин Александр Витальевич** – Ставропольский государственный аграрный университет, доцент кафедры «Автоматики, электроники и метрологии», кандидат технических наук; Россия, 355017, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12; e-mail: [avostrukhin@yandex.ru](mailto:avostrukhin@yandex.ru)