

Список цитированных источников

1. Гурский, В. Л. Феномен цифровой трансформации экономики в развитии общества / В. Л. Гурский // Белорусский экономический журнал. – 2021. – №3. – С. 4–14.
2. Гусинец, Е. В. Особенности потребительских предпочтений жителей г. Гомеля в выборе физкультурно-оздоровительных услуг / Е. В. Гусинец // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 194–203.
3. «Потому что так решили мы»: поведенческая экономика Беларуси и её раскодирование / К. В. Рудый [и др.]; под науч. ред. К. В. Рудого. – Минск: Звезда, 2017. – 368 с.
4. Ларкина, Ю. В. Коммуникационный менеджмент учреждения физической культуры и спорта / Ю. В. Ларкина // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова. – 2020. – №1(55). – С. 31–34.
5. Ларкина, Ю. В. Из офлайна в онлайн: трансформация коммуникаций учреждения физической культуры и спорта / Ю. В. Ларкина // Веснік Беларускага дзяржаўнага эканамічнага ўніверсітэта. – 2022. – №4. – С. 38–43.
6. Минспорта: 25,3% белорусов регулярно занимаются физической культурой и спортом [Электронный ресурс] / БЕЛТА – Новости Беларуси, 2021. – Режим доступа: <https://www.belta.by/sport/view/minsporta-253-belorusov-reguljarno-zanimajutsja-fizicheskoj-kulturoj-i-sportom-440932-2021/> - Дата доступа: 21.02.2022.
7. Неэкономические факторы устойчивого развития общества / С. А. Шавель [и др.]; под общ. ред. С. А. Шавеля. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 362 с.
8. Шумович, А. В. Четыре скорости удачного мероприятия [Электронный ресурс] / Элитариум, 2019. – Режим доступа: /udachnoje_meroprijatije_intriga_jemoscii_kommunikacija/ – Дата доступа: 20.12.2019.

УДК 621.37

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

К. М. Маркевич¹, М. А. Лим², С. С. Прохорова³

¹Старший преподаватель кафедры физики УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: karastart@rambler.ru

²Студентка факультета электронно-информационных систем УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: mana.lim774@gmail.com

³Студентка факультета электронно-информационных систем УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: prochorova-sofiya@inbox.ru

Реферат

В работе рассматриваются педагогические аспекты компьютерных лабораторных работ по физике (дисциплинам физического профиля), которые появились в результате происходящей в образовании компьютеризации; обозначены тенденции их развития, достоинства и недостатки как дидактического средства обучения.

Множество вузовских компьютерных лабораторных работ по физике и дисциплинам физического профиля используют программные технологии для

имитационного моделирования физических процессов, явлений, систем; обработки результатов исследований. В таких лабораторных работах, как правило, выпадают реальные физические модели, что является существенным их недостатком. В публикации обосновывается необходимость развития той тенденции компьютерных лабораторных работ, которая использует в учебных исследованиях студентов реальные физические модели.

Ключевые слова: физика, компьютерная лабораторная работа, исследование, имитационное моделирование, физическая модель.

LABORATORY WORK IN PHYSICS BASED ON MODERN ELECTRONIC SYSTEMS

K. M. Markevich , M. A. Lim, S. S. Prokhorova

Abstract

The paper examines the pedagogical aspects of computer laboratory work in physics (disciplines of physical profile), which appeared as a result of computerization occurring in education; the trends of their development, merits and disadvantages as a didactic means of teaching are outlined.

Many university computer laboratory works in physics and physical disciplines use software technologies for simulation modeling of physical processes, phenomena, systems; processing of research results. In such laboratory work, as a rule, real physical models fall out, which is their significant disadvantage. The publication substantiates the need to develop the trend of computer laboratory work, which uses real physical models in students' studies.

Keywords: physics, computer laboratory work, research, simulation modeling, physical model.

Введение

Компьютер, как дидактический инструмент, изменил подходы к изучению физики для студента и повлиял на деятельность преподавателя в учебном процессе. Рассмотрим некоторые аспекты компьютеризации физического практикума, который является совокупностью лабораторных работ в учебном семестре. Постараемся понять, что есть «идеальная» современная лабораторная работа по физике в вузе, если она использует компьютер. Для этого рассмотрим цели и задачи как компьютерных, так и безкомпьютерных лабораторных работ, как в вузе, так и среднем образовании, ибо последние также решают задачу физической грамотности будущих инженерных специалистов. Однако прежде рассмотрим тенденции развития компьютерных лабораторных работ в образовании РФ и на постсоветском пространстве.

Состояние и перспективы развития лабораторных работ по физике на основе современных электронных систем

В Internet и печатных публикациях имеется большое количество всевозможных компьютерных лабораторных работ по физике и дисциплинам физического профиля. Из числа рассмотренных мы выделим лишь некоторые, наиболее типичные, которые помогут понять нынешнее состояние физики в таком виде обучения как лабораторные работы.

И.В.Синельник, А.А.Мамалуй создали компьютерный практикум по физике из 22 лабораторных работ, который имеет опыт 20-летнего использования в среде Excel. Основными направлениями использования информационных и компьютерных технологий в лабораторном практикуме являются [1]:

- обработка данных физического эксперимента;
- выполнение расчетов;
- численное моделирование;
- имитационное моделирование;
- оптимизация параметров исследования;
- физическое моделирование.

О.Г.Ревинская с соавторами разработала методику проектирования и проведения компьютерных лабораторных работ для изучения теоретических моделей явлений и процессов в курсе общей физики технического вуза [2]. Автор создала и использовала в своих исследованиях более 20 лабораторных работ, когда программой создается физическая модель изучаемого явления (процесса) и далее она так же исследуется компьютерной программой на основе математической модели.

Имеется ряд учебно-методических центров (Санкт-Петербургский политехнический университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Новосибирский Государственный технический университет, Уральский федеральный университет, виртуальная лаборатория по общей физики, интернет портал medadidaktika.ru и др.), где созданы и используются лабораторные работы для дистанционного обучения по курсу общей физики. Опыт использования таких лабораторных работ в учебном процессе и некоторые методические и технические аспекты их организации рассмотрела Е.Е.Фомичева [3].

Е.Н.Черкасская предложила компьютеризированный многоуровневый лабораторный практикум для технического вуза на основе метрологического измерительного комплекса ИВК 3/Э, который может быть использован не только для физики, но и дисциплин физического профиля [4]. Комплекс ИВК позволяет выполнять (прямые, косвенные, совместные, совокупные) измерения электрических величин; осуществлять управление процессом измерений и воздействовать на объект измерения посредством процессорных систем. Однако ИВК требует высокого профессионализма в деле измерений от самих обучаемых, не является универсальной измерительной техникой для различных лабораторных работ, является дорогой техникой в финансовом плане.

Анализ школьных компьютерных лабораторных работ, показывает, что в них компьютер применяется как инструмент сбора данных исследования, расчетов, моделирования физических объектов и явлений, использования математических моделей с целью решения параметрических задач, оформления

отчетов лабораторных работ и пр., что в значительной степени совпадает с задачами, решаемыми в вузовском образовании [5].

Особенность вузовских и школьных компьютерных лабораторных работ [1–5], а также лабораторных работ, организуемых учебно-методическими центрами в том, что они могут быть выполнены обучаемым за компьютером. Такие лабораторные работы реализуются посредством имитационного моделирования. В них программно реализуется не только математическая модель, но и физическая. Можно много получить положительного от использования компьютера в этом виде обучения, но имеются и недостатки. Некоторые из них, характерные для дистанционного проведения лабораторных работ, указаны Г.Г.Рамзановой [6]:

- реальный эксперимент невозможно полностью заменить компьютером;
- отсутствие у обучаемых практических навыков работы с техническим оборудованием;
- отсутствие предметной наглядности.

Этого недостатка лишен подход [4], где реальные физические модели и их функционирование контролируются измерительной системой ИВК, но (как отмечено выше) такие системы дорогие по стоимости, и требуют профессионализма от оператора в ходе исследований. Очевидно, что их использование более приемлемо в инженерном обучении при изучении дисциплин профессионального цикла.

Действительно: в компьютерных лабораторных работах в большинстве случаев физические модели заменяются имитационными, созданными программой. Это обосновано, когда изучается макро (микро) мир (электроны, атомы, молекулы, р-п-переход и т.д.). Но лабораторная работа важна тем, что обучаемый изучает явление (процесс) на физических моделях в реальных условиях. В лабораторной работе обучаемый экспериментально «создает» или проверяет теорию физики, а посему исключение физической модели и подмена ее имитационной моделью переводят физическую лабораторную работу в «компьютерную». В итоге – исследование обучаемый может выполнить, не отходя от компьютера, в том числе и отчет по лабораторной работе; разве, что ее защита может проводиться вдали от «лабораторного стенда». Как результат, ослабляется ценность лабораторной работы и самого компьютера как дидактического инструмента. Поэтому представляется актуальным, когда в компьютерных лабораторных работах используются реальные физические модели. В дальнейшем, будем называть этот подход имитационным.

И все же в последнем десятилетии появились компьютерные лабораторные работы по физике и дисциплинам физического профиля, которые не являются имитационными. Их автор – Н.Н.Ворсин [7– 10 и др.]; он предлагает иной подход, который не столь дорогостоящ, как при использовании ИВК, но в то же время позволяет проводить исследования с реальными физическими объектами, процессами и явлениями. Чтобы понять новизну предлагаемого этим автором, рассмотрим некоторые аспекты некоторых его компьютерных лабораторных работ, описание которых имеется в печати.

Лабораторная работа: «Измерение элементарного заряда. Вольтамперная характеристика». Студентам предлагается снятие трех вольтамперных характеристик (ВАХ) следующих элементов электроники: резистора, кремневого и

германиевого р-п-переходов. На основе данных последней (германиевого р-п-перехода) определяется заряд электрона [9]. В работе используются реальные физические приборы, с помощью которых моделируются изучаемые явления и процессы. К компьютеру прилагается электронный блок, содержащий в себе микроконтроллерную систему и реальные физические модели. Студент с клавиатуры компьютера, специально созданной программой для микроконтроллера в режиме «сканировать», организует и управляет снятием ВАХ. Сравнительно с безкомпьютерным способом исследования, с помощью компьютера за короткий промежуток времени можно снять более точно большее количество точек характеристики. Сканирование обеспечивает подачу напряжения на резистор (р-п-переход) с некоторой величиной (шагом), выводя на экран монитора показания соответствующего тока. Результаты сканирования, используя графические возможности Stat Graph, появляются в графическом виде $I = f(U)$ на экране монитора. Точек сканирования более 200, поэтому табличные результаты записываются в специальный файл данных, который может быть обработан студентом исследователем, и который, может быть просмотрен с помощью, например, EXCEL. Данные табличного представления германиевого р-п-перехода, на основе формулы Шокли, используются для определения элементарного заряда электрона.

Заметим, что учебное измерение заряда электрона возможно реализовать тремя способами: опытом Милликена, электролизом и исследованием дробового шума радиолампы. Это связано с тем, что такие эксперименты трудно реализуемы в учебной лаборатории. При этом точность этих опытов позволяет оценить лишь порядок заряда электрона. Предлагаемый метод позволяет иметь точность измерения не хуже 10%. Схема лабораторной установки и некоторые технические аспекты ее реализации рассмотрены в [9].

Еще одна лабораторная работа, связанная с электроном: «Определение удельного заряда электрона (e/m) на основе магнетрона» [9]; она известна в курсе электричества в безкомпьютерном исполнении.

Физическая модель реализуется на основе вакуумного диода, геометрическая ось которого совпадает с геометрической осью соленоида, создающего магнитное поле. Экспериментальная часть лабораторной работы сводится к снятию ВАХ при различных величинах тока через соленоид. Практика «ручного» измерения зависимости анодного тока вакуумного диода от индукции осевого магнитного поля соленоида затруднена замысловатой обработкой графиков эксперимента, небольшим числом отсчетов измерений, нагреванием соленоида. Использование же компьютера, как средства управления экспериментом и построителя графиков в режиме «онлайн» в Stat Graph позволяет автоматизировать выполнение лабораторной работы, получить более достоверную статистику повышением точек графика в эксперименте, что позволяет наблюдать наличие скачка, соответствующего критическому значению индукции магнитного поля, при котором наблюдается обнуление тока вакуумного диода. Данная методика позволяет получить гораздо большую точность исследования удельного заряда электрона, чем с безкомпьютерным исследованием.

Компьютеризированная лабораторная работа «Проверка закона Стефана - Больцмана». Физическая модель исследования реализуется посредством воль-

фрамовой нити маломощной лампочки накаливания, которая является источником излучения [10]. Величина сопротивления нити накаливания позволяет контролировать температуру самой нити. Вместо излучаемой мощности лампочки накаливания измеряется мощность, которую она потребляет. В автоматизированном режиме посредством управляющей программы компьютера снимается 256 точек зависимости мощности излучения физического тела от температуры. Данные исследования записываются в специальный файл данных лабораторной работы и, параллельно, выводятся на экран монитора в виде графика.

Получив график, студент вручную интерактивно подбирает коэффициенты для аппроксимирующей функции закона Стефана-Больцмана:

$$P_{эл} = \alpha(T^4 - T_{oc}^4) + \gamma(T - T_{oc}),$$

T – температура накала нити лампочки;

T_{oc} – температура окружающей среды;

α – коэффициент, определяющий часть электрической мощности, рассеиваемый излучением;

γ – коэффициент, определяющий часть электрической мощности, выделяемой в окружающую среду за счет теплопроводности элементов лампы.

Подбор коэффициентов: α , γ позволяет получить совпадение экспериментального и аппроксимирующего графиков исследований. По величине коэффициента α определялся коэффициент поглощения вольфрама $k_{\text{погл}}$.

Имеются и другие лабораторные работы Н.Н. Ворсина с реальными физическими моделями. Их тематика:

- Изучение распределений Максвелла-Больцмана скоростей и энергий между частицами идеального газа;
- Измерение моментов инерции твердых тел, проверка теоремы Штейнера [8];
- Изучение термоэлектрических явлений [7];
- Измерение емкости конденсатора методом сравнения с эталоном;
- Исследование зависимости электропроводности металла от температуры;
- Исследование зависимости электропроводности полупроводников от температуры.

Количество разработанных лабораторных работ и то, что они охватывают различные разделы физики, позволяет считать наличие новой тенденции в деле организации компьютерного физического практикума, который появился в Брестском техническом университете на кафедре физики. Такой физический практикум позволяет избежать указанных Г.Г.Рамзановой (см. выше) недостатков компьютерных лабораторных работ. Дидактическая ценность указанных лабораторных работ в следующем:

- студент проводит физическое исследование на реальных физических моделях, реализующих конкретные физические системы, явления, процессы;
- компьютер используется как средство управления ходом исследований;
- посредством компьютера осуществляется автоматизация измерений, повышается их точность и плотность, что повышает качество физического исследования в лабораторном физическом практикуме;

– в ходе выполнения лабораторной работы студент работает по инструкции не только в сфере физики, но и в сфере использования компьютера, что способствует повышению его компьютерной грамотности;

– сохраняются достоинства компьютеризированных лабораторных работ в деле создания математических моделей, обработки результатов измерений, оформления лабораторных работ и пр.

Стенды лабораторных работ представляют собой электронные приставки к компьютеру, к которым подключаются исследуемые физические модели и сам компьютер. Они связывают компьютер и физическую модель лабораторной работы. Электронная часть приставки, посредством которой реализуется устройство управления лабораторной работой, реализуется на основе микроконтроллера, куда разработчиком записывается управляющая программа для конкретной лабораторной работы. Разные лабораторные работы имеют разное схемное решение, разной сложности. Схемы некоторых устройств управления приведены в [9-10].

Чтобы оценить педагогическое качество имеющихся подходов в организации компьютерных лабораторных работ создадим модель «идеальной» лабораторной работы в контексте ее целей и задач, которые педагоги решают в обучении при изучении курса физики.

Цели вузовских и школьных безкомпьютерных лабораторных работ разнятся в зависимости от изучаемого раздела физики и специфики самой лабораторной работы [5; 11– 14]. Воспользуемся целями, определенными в [12], которые мы считаем актуальными и для компьютерных лабораторных работ, и которые ориентированы на развитие исследовательских компетенций обучаемых. Это следующие цели:

- приобретения студентом навыков проведения физического эксперимента;
- развитие умений обработки результатов эксперимента;
- выработка навыков и умений делать анализ и выводы по результатам эксперимента.

Изучение публикаций по рассматриваемой теме в контексте задач лабораторных работ, вкупе с собственным видением проблемы, позволили определить (для указанной дидактической основы) следующие задачи.

Приобретение студентом навыков проведения физического эксперимента, означает:

- развитие у студента умений работы с техникой (физическими моделями);
- приобретение умений измерений различных физических величин;
- планирование деятельности при проведении физического эксперимента;
- умение оценивать валидность проводимого эксперимента;
- умение корректировать причины нарушения валидности эксперимента;
- умение получить все необходимые данные физического исследования.

Развитие умений обработки результатов эксперимента, предполагает:

- умения представить данные исследования в табличном и графическом видах;
- умение оценивать степень линейности и (или) нелинейности исследуемых физических моделей;
- умение проверки (создания, разработки, уточнения) математической модели проведенного исследования;
- умения оценить погрешности по всем параметрам исследования.

Навыки делать анализ и выводы по результатам эксперимента, предполагают:

- умение феноменологического описания изученного явления, процесса, системы;
- умение наблюдать разницу между результатами исследований и должными теоретическими;
- умения выявлять причины появления погрешностей по всем параметрам исследования и, в случае возможности, минимизировать их;
- умение делать феноменологические выводы результатов исследования.

Архитектура целей и задач лабораторных работ может иной, но мы использовали опыт своих коллег в разных государствах, в разных учреждениях (и на разных уровнях) образования и, свое собственное их видение. Вполне очевидно, что цели и задачи компьютерных и безкомпьютерных лабораторных работ едины в своей дидактической основе, однако их реализация с применением компьютера повышает эффективность учебного процесса.

Проведение лабораторных работ с реальными физическими моделями, предполагает (для студента):

- ознакомление с инструкцией по выполнению лабораторной работы;
- изучение управляющего устройства и физических моделей исследования;
- работать по алгоритму проведения лабораторной работы;
- получить данные исследований;
- обработать полученные данные на основе математических моделей лабораторной работы и получить результаты исследований, сделать выводы.

Преподаватель, в ходе проведения лабораторных работ, должен помогать студенту (при необходимости) на любом из этапов исследования.

Заключение

Компьютеризация образования в лабораторных работах породила множество исследований, организованных на принципах имитационного моделирования. В худшем случае, в таких лабораторных работах обучаемый может выполнить исследование, не отходя от компьютера. Действительно, некоторые лабораторные работы возможны только в таком исполнении (исследование микро-, макро- мира), но есть множество лабораторных работ, которые позволяют использовать реальные физические модели. И такие компьютерные лабораторные работы разработаны и используются в практике обучения физики и дисциплинам физического профиля в БрГТУ (метрологии, физических основ электронной техники). Они позволяют более эффективно использовать педагогический потенциал целей и задач лабораторного физического практикума как формы обучения. Кроме того, они повышают компьютерную грамотность студентов, поскольку используют в исследованиях разные программные среды: Stat Graph, Excel, Word и др.

Список цитированных источников

1. Синельник И.В. Компьютерный практикум по физике: педагогический поиск и перспективы / И.В. Синельник, А.А., Мамалуй – НТУ, ХПИ. -2012. (Новосибирск/Харьков). <https://core.ac.uk/download/pdf/159820655.pdf>

2. Ревинская, О.Г. Комплекс компьютерных моделирующих лабораторных работ по физике: принципы разработки и опыт применения в учебном процессе / О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко, В. А. Стародубцев. – Томск: ТПИ. – 2006. -11 с.
3. Фомичева, Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике// Мир науки, культуры, образования. № 1, – 2022. С.64-68.
4. Черкасская, Е.Н. Разработка многоуровневого компьютеризированного лабораторного практикума в техническом вузе. Воронеж: ВВАИ, - 2001. -160 С.
5. Сельдяев.В.И. Развитие исследовательских умений учащихся при использовании компьютеров в процессе выполнения лабораторных работ на уроках физики / Дис. канд. пед. наук: 13.00.02. – 1999. -207 с.
6. Рамзанова. Г.Г. Преимущества и недостатки использования виртуальных лабораторных работ по физике. – Балашиха, Рос. гос. аграрн. заочн. ун-т. -2016. – 3с.
7. Ворсин, Н.Н. О современном физическом практикуме / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Могилев. -2015. С.125-128.
8. Ворсин, Н.Н. Концепция модернизации физического лабораторного практикума / Н.Н. Ворсин, В. И. Гладковский // Весник БрГУ им. А.С. Пушкина, №1. – 2016. С.10-13.
9. Ворсин, Н.Н. Лабораторный цикл «Исследование электрона» / Материалы V Международной научной конференции: оптика неоднородных структур. – Могилев. -2019. С. 253-260.
10. Ворсин, Н.Н. Комплект компьютеризированных лабораторных установок для экспериментального исследования свойств электрона / Н.Н. Ворсин, Л.А. Величко, Т.Л. Кушнер // Материалы регионального научно-методического семинара, посвященные 100-летию со дня рождения Л.Е. Курбако. _ - Брест, БрГУ им. А.С. Пушкина. – 2020. С 13-21.
11. Кленецкий, Д.В. Физика. Лабораторный практикум / Д.В. Кленецкий, Н.Н. Крук, И.И. Наркевич, В.В. Тульев. //Часть1. – Минск, БГТУ. – 2016, -180 с. <https://elib.belstu.by/handle/123456789/17865>
12. Долгий, В.К. Физика. Лабораторный практикум./ В.К. Долгий, И.Т. Неманова, Е.П. Чеченина // Часть 1 . – Минск. БГАТУ. - 2016. -160 с.
13. Горшкова, О.О. Исследовательские умения, формируемые в процессе исследовательской подготовки студентов технического вуза // Современные проблемы науки и образования. – М: №6, - 2018. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28386>
14. Борибаева, М.А. Формирование исследовательской компетенции студентов в процессе выполнения лабораторных работ по физике / М.А. Борибаева, М.К. Асембаева, А.А. Куйкабаева // КазНУ. – Алматы. https://studylib.ru/doc/429751/formirovanie-issledovatel_skoj-kompetencii-studentov-v-pr...

УДК 331.5

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ДЕЛОВУЮ СРЕДУ

Е. В. Мещерякова

К.э.н., доцент, доцент кафедры менеджмента, технологий бизнеса и устойчивого развития УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь, e-mail: kltam85@mail.ru

Реферат

В настоящее время коренным образом меняется сфера бизнеса, в том числе процесс управления человеческими ресурсами. Постоянно разрабатываются и внедряются новые программы и новые цифровые платформы, применение