

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ-ТРЕНАЖЕРОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Толстик А.М.

*Томский государственный университет, г. Томск*

### Введение

Лабораторный практикум является важной составной частью обучения наряду с лекциями, семинарскими и практическими занятиями, написанием рефератов и курсовых работ. Он широко применяется, по крайней мере, на естественнонаучных и технических факультетах, и не только на них. Цели лабораторного практикума – углубленное изучение теоретического материала, знакомство с методиками измерения различных величин, изучение приборов и обучение сборке электрических схем.

Идея применения ЭВМ в студенческом лабораторном практикуме появилась с появлением самих ЭВМ: сначала они применялись только для вычислений, затем и для автоматизации эксперимента. В последнее время появилась возможность использования вычислительных машин также для моделирования и имитации эксперимента.

Применению ЭВМ для моделирования и имитации учебного эксперимента способствовали, главным образом, три фактора, ярко проявившиеся примерно в одно и то же время.

Во-первых, улучшился диалог человека с машиной: если раньше такой диалог существовал лишь в зачаточном состоянии и был доступен только квалифицированным программистам, то в последнее время он стал доступным человеку с самой элементарной подготовкой.

Во-вторых, резко улучшилась возможность машинной графики и появилась машинная мультипликация.

В-третьих, за последние четверть века в физической науке возникли и развились мощные методы машинного моделирования: разные варианты метода Монте-Карло, динамические методы, вариационные методы, применяемые, главным образом, в молекулярной и атомной физике. Они настолько изменили саму физическую науку, что в последнее время казавшееся раньше слишком революционным разбиение физики на экспериментальную, теоретическую и вычислительную (или компьютерную) стало банальным. Эти методы создали научную базу для появления соответствующих учебных работ.

### Применение компьютерного практикума

Компьютерные работы – тренажёры не могут, конечно, заменить реального лабораторного практикума, но они могут существенно дополнить его. Эти работы, как и обычные, имеют целью углублённое знакомство с теорией, они могут применяться и для ознакомления с экспериментальными методиками, и даже для обучения сборке электрических схем их можно применить. Более того, можно изготовить компьютерные тренажёры специально для этой цели. Однако такие работы не смогут познакомить студента с реальными приборами, используемыми для проведения опытов.

Компьютерные лабораторные работы – тренажёры могут быть использованы, во-первых, для предварительного знакомства студента с тем экспериментом, который ему

предстоит выполнить впоследствии на реальной установке, если эксперимент сложен и работа на лабораторной установке требует предварительной тренировки.

Во-вторых, эти работы могут применяться тогда, когда реальный эксперимент затруднён, например, тем, что физические параметры имеют экстремальные значения: слишком большое или, напротив, слишком малое давление или температура и тому подобное. По этой причине экспериментальная установка может или вообще отсутствовать, или быть слишком сложной или дорогой и поэтому недоступной для учебного процесса.

В-третьих, такие работы помогут реализовать так называемые мысленные, модельные, идеальные эксперименты, которые вообще невозможно осуществить в реальной жизни, но которые можно себе представить. Мысленные эксперименты играют чрезвычайно важную роль в развитии науки, поэтому их практическое, хотя бы и «виртуальное», воплощение при обучении студентов играет большую роль.

В-четвёртых, при помощи компьютера можно смоделировать какие-либо знаменитые исторические опыты и тем самым познакомить студентов с историей своей науки.

В-пятых, при помощи машины можно наглядно показать невидные в обычном эксперименте, но реально протекающие процессы (например, движение электронов или других микрочастиц). Наглядность играет большую роль в обучении, особенно для школьников и студентов младших курсов.

Вполне возможно, что для некоторых специальностей (например, математика) такого компьютерного практикума вполне достаточно.

### Описание конкретных лабораторных работ

Нами реализован цикл компьютерных лабораторных работ по молекулярной физике, который был применён для реального обучения студентов-физиков в Прокопьевском учебном центре ТГУ.

Молекулярная физика – это тот раздел физики, который традиционно беден лабораторными работами, во многом из-за того, что они требуют слишком дорогостоящего и сложного оборудования. При этом часто применяется имитация реальных процессов при помощи различных механических моделей, многие работы не наглядны. Кроме того, именно в молекулярной физике учёными наиболее интенсивно применяются методы молекулярной динамики, Монте-Карло и другие. По этим причинам многие работы по молекулярной физике сами "напрашиваются" на моделирование.

В наш цикл вошли две работы по изучению броуновского движения, моделирующие знаменитые опыты Ж. Перрена [2], которые в начале нашего века привели к победе в умах исследователей молекулярной концепции строения вещества. В одной из этих работ изучается распределение броуновских частиц по высоте в поле тяжести Земли, по этим данным затем определяется постоянная Больцмана и число молекул в одном моле – число Авогадро. В другой работе проверяется формула Эйнштейна-Смолуховского и определяются те же мировые константы по величине среднего пробега броуновской частицы.

Две работы посвящены изучению фазовых переходов. Физика фазовых переходов является важнейшей и наиболее интенсивно разрабатываемой в науке частью молекулярной физики, в то же время именно этот раздел наиболее слабо изучается студентами как в теории, так и на практике.

Первая из этих работ посвящена переходу «газ – жидкость». Она позволяет познакомиться студентов с классическими опытами Т. Эндрюса [2], открывшего критическую точку и критическое состояние вещества. Вторая работа знакомит студентов с переходом «порядок – беспорядок» в сплавах, который был открыт в двадцатых годах нашего века и одним из главных центров изучения которого является Томск. Существенно, что этот переход является превращением второго рода, которое практически не рассматриваются в курсах общей физики.

Ещё одна работа моделирует классический опыт О. Штерна [2] по изучению равновесного распределения молекул по скоростям – распределения Максвелла. Распределение Максвелла по скоростям очень трудно воспринимается студентами, и лабораторная работа на эту тему важна для улучшения этого восприятия.

В настоящее время создано несколько работ по электромагнетизму, некоторые из них уже применены в Прокопьевском филиале. Сюда относятся работа по изучению геометрии электростатического поля, созданного системой точечных зарядов. Эта работа имеет довольно простой алгоритм, но может быть сделана достаточно красивой, поэтому она сама «напрашивается» на моделирование.

Кроме этого, выполнена работа, имитирующая классический опыт Милликена по определению элементарного электрического заряда – заряда электрона. В другой работе изучается закон Ома, который является следствием большого числа хаотических столкновений упорядоченно движущихся под действием поля носителей тока друг с другом или с другими частицами. Создана также лабораторная работа по изучению термоэлектронной эмиссии и протеканию тока в вакуумном диоде. В других работах этого цикла рассматривается поведение различных магнетиков в магнитном поле и другие явления.

В настоящее время нами также готовятся работы – тренажёры по механике. В основном это работы по изучению колебаний механических систем: свободных, затухающих, вынужденных, по сложению колебаний. Кроме того, готовятся также работы по оптике и атомной физике: по изучению интерференции, дифракции, дисперсии света, по квантовой оптике.

### Опыт применения компьютерных лабораторных работ

Опыт применения наших работ показал, что, во-первых, эти работы могут выполнять сразу все студенты группы (или подгруппы, если вся группа слишком велика). То есть при этом можно применить так называемый фронтальный метод выполнения работ, а это «голубая мечта» преподавателей физики, так как этот метод позволяет выполнять данную работу именно в нужное по учебному плану время. При этом значительно облегчается работа преподавателя, которому не нужно "переключаться" с одного раздела на другой.

Во-вторых, все эти работы отличаются повышенной наглядностью, так как невидимое в реальности движение частиц изображается на экране. Конечно, нужно пояснять студентам, что молекулы – это не кружки на экране, но во многих случаях они ведут себя похожим образом. Такая зрительная наглядность, конечно без излишней вульгаризации, как показывает опыт, сильно облегчает понимание сути моделируемых явлений. Особенно это проявляется на младших курсах, а именно для студентов первого и второго курсов предназначены все выполненные нами работы.

В-третьих, познавательная активность студентов, обычно и так достаточно высокая при выполнении лабораторных работ, ещё сильнее повышается, так как появляется

элемент игры, причём игры безопасной, так как компьютерную работу, в отличие от настоящей, нельзя сломать. Это позволяет студентам выходить за рамки, установленные преподавателем, и испытывать компьютерную "установку" при разных режимах работы, а это не вредно для обучения студентов, особенно будущих физиков.

В-четвёртых, компьютерные лабораторные работы могут иметь удалённый доступ, и потому их в принципе можно применять для дистанционного обучения, контролируя их выполнение через сеть. Правда, мы пока не применяли их таким образом, так как это вообще нужно делать очень осторожно, да и надёжная система автоматического тестирования пока отсутствует.

Кроме того, на начальной стадии работы удалённых филиалов лабораторная база вообще слишком бедна, поэтому ещё больше возрастает роль компьютерных работ.

### Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Одновременное развитие вычислительной техники и научных методов машинного моделирования привели к возможности создания компьютерных лабораторных работ, которые постепенно внедряются в процесс обучения студентов.

2. Компьютерные лабораторные работы не могут полностью заменить обычных, так как они не решают всех целей, стоящих перед лабораторным практикумом. Однако они могут существенно дополнить имеющийся «арсенал» лабораторных работ.

3. Компьютерные работы обладают повышенной наглядностью, они позволяют изучать явления в недоступных для обычных работ условиях, реализовать мысленные эксперименты, имитировать знаменитые исторические опыты.

4. Компьютерные лабораторные работы сочетают индивидуальный подход к студентам и возможность очень широкого охвата обучающихся.

5. Компьютерные лабораторные работы незаменимы при дистанционном обучении в удалённых учебных центрах, так как в таких центрах, как правило, мало обычных лабораторных работ и нет возможности частых заездов преподавателей.

### Литература

- Стародубцев В.А., Малютин В.М., Чернов И.П. Методические аспекты использования ПК ИБМ и Макинтош при постановке вычислительных экспериментов в физическом практикуме // Изв. ВУЗов. Физика. 1996. № 7. С. 82-86.
- Сивухин Д.В. Общий курс физики: Т. II. М.: Наука, 1975. С. 209-214, 280-284, 270-273, 387-393.