

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ: ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОИСК И ПЕРСПЕКТИВЫ

С появлением первых компьютеров появилась идея их использования в учебном процессе. Отношение к компьютеризации образования и внедрению компьютерных технологий в процесс обучения изменялось от робкого «Может быть» в 1970-е годы, через более уверенное «Это возможно» в 1980-е годы и «Необходимо» в 1990-е до убежденного «Без этого невозможно!» в 2000-е годы. Вместе с трансформацией отношения общества в целом и академической среды в частности к информатизации и компьютеризации сферы образования велись интенсивные поиски конкретных путей внедрения информационных и компьютерных технологий в процесс обучения. Концептуальные подходы и конкретные способы их реализации эволюционировали по мере развития информационных технологий и технических компьютерных средств, их обеспечивающих, от электронно-вычислительных машин (ЭВМ) до информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Однако основной результат на сегодняшний день заключается в том, что эйфорические ожидания по поводу того, что компьютеры полностью изменят систему образования, пока не оправдались. Основной причиной этого, на наш взгляд, является попытка использовать новые информационные и компьютерные технологии в старой парадигме образования, основываясь на традиционных теориях усвоения человеком социально-познавательного опыта.

На сегодняшний день сформировались основные направления использования информационных и компьютерных технологий в обучении физике на различных образовательных уровнях – в системе общего среднего, профессионально-технического и высшего образования – и для различных направлений подготовки – инженерной, гуманитарной, естественнонаучной и т.п. К ним относятся: автоматизированные обучающие системы, электронные средства обучения (электронные учебники), электронные ресурсы сети Интернет, средства визуализации и презентации информации, моделирование физических процессов и явлений, использование спе-

специализированных программных пакетов, средства коммуникации, обеспечение лабораторного практикума.

На кафедре общей и экспериментальной физики НГУ «ХПИ» проводятся многолетние исследования особенностей обучения в условиях информатизации и компьютеризации научной и инженерной деятельности. Одним из результатов является создание и внедрение в учебный процесс компьютерного практикума по физике, расширяющего возможности лабораторного физического практикума и обеспечивающего его соответствие современным образовательным стандартам.

Использование компьютерных технологий в физическом эксперименте, в том числе для обучения, стало де-факто нормой в системе высшего технического образования. Большинство ведущих технических университетов предлагают те или иные способы внедрения компьютерных технологий в лабораторный практикум: создаются виртуальные лабораторные работы, работы по численному моделированию физических процессов, дисплейные классы, компьютерные лабораторные работы (ХТУРЭ), моделирование физических процессов на ПК (НГУ), компьютерный практикум по общей физике (ИАТЭ), терминальный класс (НГУ) и т.п. Компьютерный практикум, созданный на кафедре общей и экспериментальной физики НГУ «ХПИ», прошел 20-летний путь развития от дисплейного класса, созданного в 1991 году, до современного компьютерного практикума, включающего 22 компьютерных лабораторных работы по всем разделам курса физики. Причем изменения коснулись не только технического оснащения, но и методологии и методики обучения.

В основу концепции компьютерного практикума, положено несколько принципиальных идей. Ключевой идеей предлагаемого подхода и отличительной особенностью разработанного компьютерного практикума является его интеграция с лабораторным физическим практикумом. Как показывает изучение педагогической практики и анализ психолого-педагогической и методической литературы, основными направлениями использования информационных и компьютерных технологий в лабораторном физическом практикуме являются:

- обработка данных физического эксперимента, выполнение расчетов;
- численное моделирование;
- имитационное моделирование;
- оптимизация параметров эксперимента;

- физическое моделирование

Все эти направления отражены в работе компьютерного практикума кафедры.

Использование табличных процессоров и прикладных математических пакетов стало нормой в работе физика-экспериментатора, инженера. Однако корректное их применение требует соблюдения специфических правил, обеспечивающих минимизацию погрешности, связанной с процедурой расчета, выбором алгоритма обработки экспериментальных данных, способами грамотного представления результатов. Эти закономерности не являются предметом изучения информатики или аналогичных дисциплин, направленных на изучение компьютерных технологий инженерной деятельности. При изучении специальных дисциплин предполагается, что студент уже владеет базовыми навыками обработки данных эксперимента – построение графика, оценка погрешности, статистическая обработка, применение численных методов. Дисциплиной, в которой студент впервые сталкивается с подобными задачами, является курс физики, и именно в процессе изучения этого курса формируются основные навыки работы с эмпирическими данными. Поэтому особенно важно обеспечить формирование профессиональной компетентности будущего специалиста в данных вопросах. Для решения этой задачи в качестве основного пакета нами был выбран MS Excel, так как именно этот табличный процессор изучается в курсе информатики средней школы.

Современный эксперимент неразрывно связан с построением моделей и оптимизацией параметров эксперимента. Триада – модель, алгоритм, программа, – которая лежит в основе любого компьютерного моделирования в физике приобретает особое значение, так как невозможен формальный подход, на каждом из этапов необходимо учитывать физический смысл выполняемых преобразований. Поэтому обучение построению физической, математической, компьютерной модели, с одной стороны, является обучением методам моделирования, а с другой помогает более глубоко проникнуть в суть сложных физических понятий. Методы моделирования прочно заняли свое место в системе физических методов исследования. Кроме того, за последние несколько десятков лет в физике как науке получили существенное развитие новые области и направления, изучение которых является необходимым для современного инженера и может эффективно осуществляться методами физического, математического, численного

моделирования, например, физика фрактальных систем, теория перколяции, нелинейные системы, низкоразмерные системы и многое другое.

На основе анализа современных достижений физической науки и особенностей профессиональной деятельности будущих инженеров, целей и задач обучения физике в техническом вузе, особенностей учебной деятельности студентов в информационном обществе была определена тематика компьютерных лабораторных работ. Кроме того при выборе тем учитывалась необходимость отразить все основные разделы курса физики и познакомить студентов со всеми возможными вариантами использования информационных и компьютерных технологий в лабораторных физических исследованиях. Результаты представлены в табл. 2. Для каждой лабораторной работы указана тема, направление применения информационных и компьютерных технологий, которое осваивается в процессе выполнения лабораторной работы, физические понятия, модели, методы, являющиеся предметом изучения. Работы сгруппированы в три раздела в соответствии с рабочей программой курса физики, который изучается на большинстве факультетов в течение 3-х семестров. «Компьютерный эксперимент» в таблице означает, что включены все этапы экспериментального исследования и связанные с ними виды деятельности – постановка задачи, построение физической и математической модели, разработка компьютерной модели, численное моделирование, выполнение расчета. «Лабораторный практикум» означает, что данная компьютерная работа интегрирована с лабораторной работой, выполняемой на реальном оборудовании.

Таблица 2 – Содержание компьютерного практикума по физике

N	Тема компьютерной лабораторной работы	Направление применения ИКТ	Физические объекты
Механика. Молекулярная физика и термодинамика Электричество			
1.	Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника	Выполнение расчета	Метод наименьших квадратов
2.	Моделирование движения материальной точки в поле силы тяжести	Численное моделирование	Метод Эйлера решения уравнений динамики
3.	Изучение законов ускоренного движения	Имитационное моделирование	Лабораторный практикум

4.	Определение коэффициента вязкости методом Стокса	Компьютерный эксперимент	Лабораторный практикум
5.	Моделирование движения шарика в вязкой жидкости	Численное моделирование, оптимизация параметров	Лабораторный практикум
6.	Броуновское движение	Компьютерный эксперимент	Фракталы, самоподобие, масштабная инвариантность
7.	Диэлектрический пробой	Компьютерный эксперимент	Фракталы, самоподобие, дробная размерность
Магнетизм. Колебания и волны. Оптика			
1.	Определение удельного заряда частицы методом масс-спектрометрии	Имитационное моделирование	Лабораторный практикум
2.	Колебания в линейных и нелинейных системах	Численное моделирование	Нелинейные системы
3.	Сложение взаимно перпендикулярных колебаний	Компьютерный эксперимент	Лабораторный практикум
4.	Спектральный анализ электрических сигналов (анализ Фурье)	Численное моделирование	Анализ Фурье
5.	Принцип Ферма: распространение света в слоистых средах	Компьютерный эксперимент	Симметричный подход
6.	Интерференция света от двух источников: опыт Юнга	Имитационное моделирование	Лабораторный практикум
7.	Кольца Ньютона	Выполнение расчета	Лабораторный практикум
Квантовая физика. Атомная и ядерная физика. Физика твердого тела			
1.	Спектральные серии водородоподобных атомов	Компьютерный эксперимент	Лабораторный практикум
2.	Изучение флуктуаций естественного фона (лабораторная работа № 33)	Численное моделирование	Математическая статистика
3.	Изучение закона радиоактивного распада	Компьютерный эксперимент	Математическая статистика Метод наименьших квадратов
4.	Законы неравновесного роста кристаллов	Компьютерный эксперимент	Модель агрегации, ограниченной диффузией
5.	Определение времени жизни неравновесных носителей тока	Выполнение расчет	Лабораторный практикум
6.	Перколяционная модель образования спиральных галактик	Компьютерный эксперимент	Перколяция

Вторая идея – максимальный учет особенностей современного студента. Речь идет, в первую очередь, не об индивидуальных особенностях каждого отдельно взятого студента, а о типовых особенностях, присущих современному поколению студенчества, отличающими его от студентов, учившихся 20–30 и даже 10 лет тому назад. Эти особенности обусловлены глобальными – информатизация, компьютеризация, технологизация – процессами и социальными процессами, характерными для нашей страны и постсоветского пространства (состояние экономики, реформирование системы образования и др.). Среди таких личностных особенностей наиболее важными с точки зрения эффективности процесса обучения являются структура мотивации, особенности внимания и познавательные процессы. Традиционно в структуре мотивов, которая включает познавательный, учебный, деловой, социального статуса, принадлежности к социальной группе и прагматический, ведущую роль играли познавательный и учебный, обеспечивая высокую эффективность учебной деятельности. В последние годы по данным опросов на первое место выходят деловой и прагматический мотивы, что требует первоочередного их учета при организации учебной деятельности. Другой важной особенностью является изменение характера познавательных процессов: восприятие, память, мышление приобретают особенности, присущие человеку информационного века. Современный студент по-другому находит, обрабатывает и запоминает информацию. Под воздействием концепции графического интерфейса, основанного на меню и кнопках управления стихийно формируется комбинаторный стиль деятельности и комбинаторное мышление. Вместо анализа ситуации, выработки алгоритма деятельности студент пытается комбинировать известные приемы и действия, причем аналогии с известными часто проводятся на по существенным признакам, а на основании внешнего сходства. Широкое использование игровых методов обучения в начальной и средней школе приводит зачастую к несформированности учебной деятельности. Поэтому в основу компьютерного практикума положена методология деятельностного подхода – все лабораторные работы построены как модель учебной деятельности студента. Описания компьютерных лабораторных работ имеют следующую структуру: постановка задачи, математическая модель, физическая модель, компьютерная модель, описание интерфейса, задания для моделирования, контрольные вопросы.



Рисунок 1 – Копия экрана страницы компьютерного практикума на сайте кафедры общей и экспериментальной физики НТУ «ХПИ»

Еще одной особенностью процесса обучения является большая дифференциация в уровне подготовленности студентов. В связи с этим задания, разработанные для каждой лабораторной работы отличаются уровнем познавательной деятельности, которую совершает студент, чтобы успешно выполнить задания.

Изучение эффективности использования компьютерных технологий в обучении физике современного инженера позволило разработать методику проведения лабораторных занятий в компьютерном практикуме, определив цели, принципы, содержание, технология (методы, средства, формы, последовательность – алгоритм) и способы контроля учебно-познавательной деятельности. Взаимодействие со студентами осуществляется с осуществлением Интернет-поддержки через сайт кафедры (см. рис. 1).

Техническое оснащение компьютерного практикума включает 12 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть, подключенную к глобальной сети Интернет, периферийные устройства – принтер, сканер.

Разработанное программное обеспечение может быть использовано для организации самостоятельной работы, при проведении практических занятий и в лекционном демонстрировании.