

**О.Г. Ревинская**, кандидат педагогических наук, доцент

**Н.С. Кравченко**, кандидат физико-математических наук

### ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ПОИСКУ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ФИЗИКЕ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

*Проанализированы возможности формирования у студентов университета навыков поиска оптимальных условий проведения экспериментальных исследований в курсе общей физики. Предложена методика актуализации потребности приобретения этих навыков через изучение моделей физических процессов и явлений на компьютере, которое позволяет студентам подобрать необходимые параметры изучаемой системы на основе анализа ее физической сущности.*

**Ключевые слова:** научный эксперимент, учебный эксперимент, планирование эксперимента, физическая модель, оптимальные условия проведения эксперимента.

#### Введение

Формирование навыков экспериментальной деятельности относится к фундаментальным задачам обучения как в школе, так и в вузе. Технологии естественно-научных и инженерных исследований интенсивно развиваются, стимулируя среднее и высшее образование совершенствовать методы обучения с целью эффективного формирования у молодого поколения компетенций современной экспериментальной деятельности. Благодаря широкому использованию компьютеров осознание моделирования как общенаучного метода познания в последние десятилетия не только привело к его широкому использованию в различных научных исследованиях, но и сделало необходимой модернизацию методики преподавания физики, в том числе и методики формирования навыков экспериментальной деятельности студентов и школьников с учетом этого метода познания.

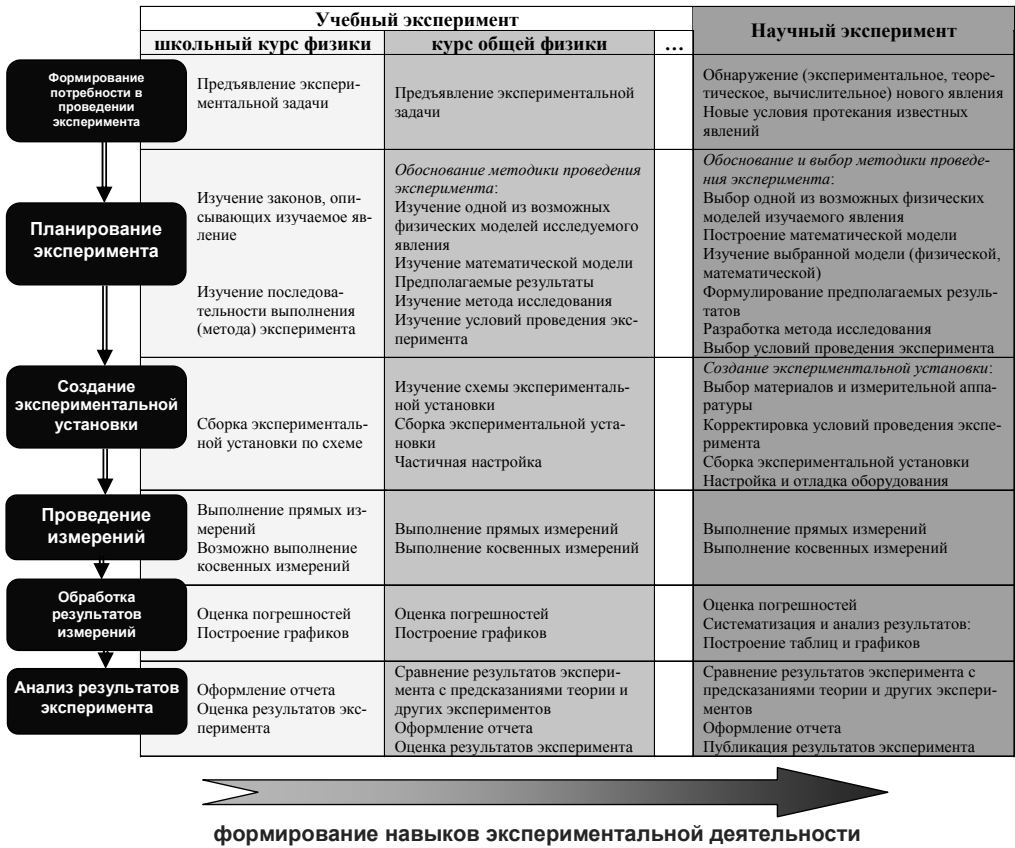
В рамках школьного курса физики компьютерные реализации физических моделей все чаще используются в качестве интерактивного вида наглядности при введении в задачу ситуацию [7, с.108–116], при объяснении теоретического материала, при подготовке к лабораторным работам [3, с. 110–113]. Это корректно согласуется с целями среднего образования.

Обучение экспериментальной деятельности в вузе включает в себя ряд задач, одной из которых является подготовка студентов к поиску оптимальных условий проведения эксперимента. Трудности решения этой задачи в рамках курса общей физики связаны в первую очередь с недостаточной широтой физического кругозора студентов младших курсов, что не позволяет им осознать методическую важность и пути решения данной проблемы. Кроме того, поиск методик обучения этому виду деятельности затрудняется ограниченным набором приборов и материалов, которые преподаватели могут предложить студентам для практической реализации подобных исследований. Творческий характер данной задачи требует значительных затрат времени для ее решения в натурном эксперименте, которое оказывается возможным изыскать только в учебном плане физических факультетов университетов [1, с. 33–34]. Таким образом, учебная деятельность, связанная с приобретением студентами навыков поиска оптимальных условий эксперимента в курсе общей физики, по-прежнему остается несформированной. Однако анализ роли физических моделей в экспериментальных исследованиях, проведенный на основе методологии моделирования, как фундаментального метода познания, позволяет раскрыть не использованные до сих пор потенциальные возможности формирования этого вида деятельности в курсе общей физики.

### **Роль физических моделей в экспериментальных исследованиях**

Экспериментальные исследования как деятельность имеют сложную, нелинейную структуру. Однако условно можно выделить несколько этапов, характеризующихся относительно самостоятельными целями, задачами и методами их решения. Это – формирование потребности в проведении эксперимента, планирование эксперимента, создание экспериментальной установки, проведение измерений, обработка результатов измерений, анализ результатов исследования (рис. 1).

Целевая и процессуальная наполненность отдельных этапов эксперимента в научных и учебных исследованиях существенно отличается. Представления об общей структуре эксперимента закладываются уже



**Рис. 1.** Этапы экспериментальных исследований и их реализация в учебном и научном эксперименте

в школьном курсе физики. Качественно новое развитие получает экспериментальная деятельность в курсе общей физики. Дальнейшее формирование этого вида деятельности происходит у студентов при изучении специальных дисциплин и в процессе практического участия студентов в научно-технических исследованиях. Это позволяет сформировать у обучающихся цельные представления об экспериментальных исследованиях как о фундаментальном методе познания. При этом глубина раскрытия отдельных этапов эксперимента на каждой ступени физического образования объективно определяется уровнем психологической и предметной подготовки обучающихся, зоной их ближайшего развития.

На этапе формирования потребности в проведении эксперимента на уровне научных исследований экспериментатор должен обладать широким кругозором и глубиной специальных знаний в определенной области

физики, чтобы оценить новизну, актуальность и востребованность постановки эксперимента. Поскольку одной из задач образования является передача социального опыта человечества будущим поколениям, очевидно, что учебные эксперименты ни в вузе, ни тем более в школе не могут характеризоваться объективной научной новизной и актуальностью, но они должны быть актуальны для общесоциального и предметного развития обучающихся. Поэтому этот этап экспериментальных исследований реализуется в учебном эксперименте школы и вуза как предъявление экспериментальной задачи, соответствующей зоне ближайшего развития обучающегося. На разных ступенях обучения предъявляемые экспериментальные задачи отличаются различной сложностью и методологической направленностью.

Планирование научного эксперимента базируется на выборе и анализе физической модели, адекватно описывающей явление, которое предстоит изучать в эксперименте. Многолетний опыт и научная интуиция позволяют ученому сделать обоснованный выбор в пользу одной из возможных моделей. Обучающий характер учебных экспериментов связан с предъявлением обучаемому некоторой физической модели, адекватной не только изучаемому физическому явлению, но и познавательным возможностям студента или школьника. При переходе от одной ступени образования к другой физические модели, используемые для описания явлений и процессов, исследуемых в учебных экспериментах, постепенно усложняются.

Создание экспериментальной установки в научном эксперименте связано с творческим выбором, а часто и разработкой оборудования для изучения явления в рамках выбранной физической модели. Учебный эксперимент на начальных ступенях физического образования (школа, курс общей физики) предлагает обучающимся освоить выполнение эксперимента на оборудовании, оптимально подобранном для данной учебной ситуации. Здесь постепенно формируются навыки работы с современными приборами и установками, техническое устройство которых при переходе от одной ступени образования к другой также постепенно усложняется.

Характер обработки и анализа результатов измерений полностью определяется базовой для данного эксперимента физической моделью и используемым оборудованием.

С учетом различия в целях постановки научного и учебного экспериментов происходит оценка результатов исследования на разных уровнях публичности: результаты научных исследований публикуются в научных изданиях, что способствует их объективной оценке всеми членами на-

учного сообщества; результаты учебных исследований оценивает преподаватель, как квалифицированный представитель научного сообщества, способный идентифицировать не только соответствие проделанной работы научным методам познания, но и ее вклад в развитие познавательной деятельности обучающегося.

Следует отметить, что одной из задач этапа планирования научного эксперимента является выбор определенной физической модели – выдвижение гипотезы о том, что изучаемое явление может адекватно описываться выбранной моделью. Анализ результатов исследования, построенных на основе данной модели, подтверждает или опровергает выдвинутую гипотезу. В случае если модель признается недостаточно корректно описывающей изучаемое явление, выбирают новую и повторяют весь цикл исследований. В отличие от научного, учебный эксперимент проводится, как правило, в условиях отсутствия у обучаемых альтернативного выбора физической модели исследования. Поэтому умение выдвигать и проверять гипотезу исследования в явном виде не формулируется. В процессе выполнения учебного эксперимента обучаемые выстраивают взаимосвязь между реальным физическим явлением, экспериментальной установкой для его изучения и физической моделью, которая адекватно описывает данное явление. Накопление и анализ множества таких экспериментально подтвержденных взаимосвязей – это необходимый этап для перехода на более высокий уровень организации планирования эксперимента, на котором накопленный опыт позволяет исследователям осуществлять самостоятельный выбор модели – строить гипотезу исследования. Для доказательного обучения выдвижению и проверке гипотез исследования в учебном эксперименте необходимо иметь как минимум две модели, соответствующие уровню знаний обучаемых, применение которых для организации эксперимента может быть проверено на практике. Такая возможность, как правило, отсутствует не только в школе, но и в курсе общей физики вузов. В результате декларируемая в гипотезе возможность альтернативного проведения эксперимента не находит практического подтверждения в реальной учебной деятельности обучаемых, а навыки выдвижения и проверки гипотезы так и остаются несформированными. Поэтому в число задач учебного эксперимента в школе и в курсе общей физики выдвижение гипотезы исследования в явном виде не входит по объективным причинам и далее не рассматривается.

Из проведенного анализа видно, что выбор физической модели изучаемого явления направляет всю последующую деятельность экспе-

риментатора. Физическая модель определяет, какие физические параметры явления необходимо фиксировать в эксперименте, какого рода зависимости между этими параметрами следует ожидать, какие условия необходимо создать, чтобы эти зависимости можно было выявить, какими приборами (с какими техническими характеристиками) необходимо пользоваться, а также как рассчитать не измеряемые в эксперименте физические величины, характеризующие данное явление, и по каким критериям следует сравнивать экспериментальные результаты с результатами, предсказанными моделью (теорией), а также с результатами других исследователей, опубликованными в печати.

В рамках школьного курса физики (учитывая возрастные особенности формирования психики и уровень сформированности абстрактного мышления) большинство учебных экспериментов направлено на экспериментальное изучение отдельных фундаментальных физических законов, поэтому в качестве модели явления, как правило, выступает непосредственно тот или иной закон [15, с. 35–38]. В этом случае упоминание о модели справедливо опускается. Хотя на некоторых элективных курсах в старших классах школьники выполняют опыты, для объяснения отличия результатов которых от предсказаний теории необходимо подчеркивать, что теория предлагает лишь модель изучаемого явления [2, с. 44–51]. Таким образом, элементы использования физических моделей (хотя и в небольшом количестве) с необходимостью появляются и в лабораторном практикуме курса физики средней школы.

Эксперименты, выполняемые студентами в курсе общей физики, как правило, могут быть объяснены только некоторой совокупностью фундаментальных понятий и законов. Поэтому этап описания и изучения используемой в эксперименте модели здесь должен присутствовать явным образом и максимально полно формироваться в сознании и деятельности студентов, а методика исследования выбранной физической модели должна являться фундаментом для формирования экспериментальной компетенции студентов в курсе общей физики [11, с. 93–106].

### **Методика исследования физической модели**

Формированию деятельности по изучению конкретных физических моделей в курсе общей физики традиционно уделяется мало внимания, а в лабораторном практикуме этот вопрос практически не рассматривается. Как правило, теория, изложенная в методических указаниях к



лабораторным работам, описывает не столько модель изучаемого явления, сколько общие теоретические положения, относящиеся к некоторому разделу физики, и поэтому рассматривается как дополнительный повод контроля общих теоретических знаний студентов [6, с. 119–123]. Отсутствие акцента на теоретическом материале как модели изучаемого физического явления противоречит роли моделирования в современных экспериментальных исследованиях. При таком подходе связь теории с методикой выполняемого эксперимента и используемым в нем оборудованием остается не понятой студентами.

При подготовке студентов к выполнению работы необходимо акцентировать их внимание на модели физического явления или процесса, изучаемого в эксперименте, и ее роли в выборе методов исследования. Для этого физическая модель должна быть не только доказательно описана, но и детально проанализирована.

Физические модели отличаются высокой степенью абстрактности. Поэтому их умозрительное изучение даже на основе методического пособия вызывает у студентов младших курсов значительные затруднения. Поэтому данный вид деятельности нельзя отнести к полностью сформированному в этот период. Согласно психологической теории деятельности формирование определенного вида деятельности может являться эффективным, если начинается с действий с внешними объектами [16]. Такими внешними объектами, адекватными идеальной природе физических моделей, являются компьютерные модели. В качестве средства для организации изучения физических моделей во внешней предметной деятельности могут выступать «готовые» программные продукты, реализующие физические модели через соответствующие компьютерные. Программные продукты, разработанные для этих целей, должны обеспечивать взаимодействие студента с программой именно на уровне физической модели без необходимости программировать или учитывать дискретный характер компьютерной модели (эти действия должны осваиваться на более поздних ступенях физического образования при формировании другого вида учебной деятельности – разработке компьютерных моделей [8, с. 68–79]).

При наличии специальных программ, обеспечивающих взаимодействие студентов с идеальной физической моделью, наилучшей формой проведения занятий для организации данной деятельности являются лабораторные работы. Выполнение лабораторных работ по изучению физических моделей на компьютере в комплексе с натурными экспериментами, методика проведения которых базируется на данных физических моделях,

позволит не только научить студентов анализировать теоретические модели, но и полностью раскрыть роль этапа планирования эксперимента в учебных и научных исследованиях, актуальность развертывания которого в курсе общей физики остается высокой, а практическая реализация – по-прежнему недостаточной.

Изучение физической модели начинается с анализа ее физической структуры, для описания которой строится одна из возможных математических моделей. Математическая модель помогает не только осознать актуальные параметры физической модели, но и выявить функциональные зависимости между ними. Как правило, именно эти зависимости в конечном итоге и изучаются в эксперименте. Анализ зависимостей, связывающих параметры модели, позволяет определить, какие параметры изучаемого явления можно непосредственно измерить в эксперименте, и при каких условиях искомые зависимости будут иметь наиболее выразительный вид (рис. 2). Таким образом, формируются представления исследователя об ожидаемых результатах эксперимента.



Рис. 2. Изучение физической модели



Традиционно данная последовательность изучения физических моделей реализуется только на теоретическом (умозрительном) уровне. При выполнении лабораторных работ на специально подготовленных компьютерных программах изучение физических моделей может реализовываться не только на теоретическом, но и на практическом уровне во внешней предметной деятельности студентов. При подготовке к выполнению такой лабораторной работы студенты с помощью учебно-методического пособия знакомятся с моделью и ее теоретическим анализом. Так как деятельность по изучению данной модели является еще несформированной, этот этап носит мотивационный характер, закладывая потребность в изучении модели.

Для формирования предметной деятельности по изучению физических моделей важно, чтобы предъявляемая студентам для этих целей компьютерная программа (модель) исключала изображение (динамическое или статическое) реальной экспериментальной установки. Так как выбор экспериментального оборудования и работа с установкой формируют другой вид деятельности, относится к следующему этапу экспериментальных исследований, и в условиях очного обучения максимально эффективно может быть реализована только в предметной деятельности с реальными приборами. В данном случае задача компьютерной модели обеспечить студентам адекватную возможность внешней, контролируемой преподавателем предметной деятельности по изучению идеальной физической модели.

Если компьютерная модель предоставляет студентам все необходимые условия для исследования физической модели, то планомерное, последовательное выполнение системы действий по изменению параметров и фиксации (качественной и количественной) изменения состояния модели позволяет во внешней предметной деятельности выявить зависимости, характеризующие данную модель, и сопоставить их с изложенным теоретическим анализом. Коррекция освоения необходимых действий осуществляется преподавателем также во внешней предметной деятельности, что невозможно при умозрительном изучении модели.

Повторяясь от модели к модели, эта деятельность способствует формированию устойчивых навыков исследования модели, постепенному сворачиванию и переносу действий во внутренний план познавательной деятельности студента. В реализованном нами на кафедре теоретической и экспериментальной физики (ТиЭФ) Национального исследовательского Томского политехнического университета «Комплексе лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере» [5; 9, с. 382–387; 12, с. 116–127; 13, с. 165–170] действия по изучению моделей

формируются неоднократно в развернутом виде во внешней предметной деятельности с обязательным этапом проговаривания, поэтому после их перехода во внутренний план они в любой момент могут быть полноценно развернуты. Полнота формирования этих действий позволяет в дальнейшем использовать их для развития навыков самостоятельной разработки компьютерных моделей в курсе математического моделирования.

### **Методика обучения поиску оптимальных условий проведения эксперимента с использованием компьютерных лабораторных работ**

Одним из элементов исследования моделей является изучение физических условий, при которых характеризующие их зависимости имеют наиболее выразительный вид. Очевидно, что совпадение результатов натуральных экспериментов с предсказаниями модели при этих условиях будет носить наиболее доказательный характер и подтвердит корректность описания изучаемого явления данной моделью в этих условиях. Эти условия и считают, как правило, оптимальными для проведения большинства учебных экспериментов.

Для осуществления подобного поиска в рамках изучения физических моделей с помощью компьютерных лабораторных работ необходимо обеспечить достаточно широкий (избыточный) диапазон варьирования изменяемых параметров, который позволит наблюдать очевидные отличия в поведении модели. Поиск оптимальных физических условий с помощью компьютерного эксперимента обладает не только высокой наглядностью, но и стимулирует неоднократное целенаправленное наблюдение модели при различных условиях. А наблюдение как научный метод является важным этапом любого исследования.

Обучение студентов поиску оптимальных физических условий проведения эксперимента следует начинать с отработки поиска оптимального значения одного из параметров изучаемой модели. При этом остальные параметры в процессе поиска остаются фиксированными, а студенту предоставляется четкий критерий поиска. При формулировке критерия поиска необходимо аргументированно доказать, почему именно при таких условиях результаты дальнейших исследований окажутся наилучшими.

Например, при изучении распределения Больцмана зависимость концентрации частиц от высоты в поле силы тяжести носит экспоненциальный вид. Поэтому измерение концентрации необходимо проводить не менее чем на десяти различных высотах. Однако доступные для наблюдения

взвешенные в жидкости частицы фиксированной массы при достаточно низких температурах могут оказаться распределенными не во всем объеме жидкости, а только в нижней его части. Если исследования проводятся с помощью виртуального микроскопа, то перед выполнением измерений его увеличение нужно подобрать таким образом, чтобы, перемещая «микроскоп» последовательно снизу вверх на высоту области наблюдения, можно было видеть ненулевое количество частиц на десяти различных высотах (рис. 3). Данный критерий провоцирует сознательное предварительное (без измерений) наблюдение кюветы со взвешенными в жидкости частицами при различных увеличениях «микроскопа» (и соответствующих им размерах области наблюдения) при одних и тех же условиях.

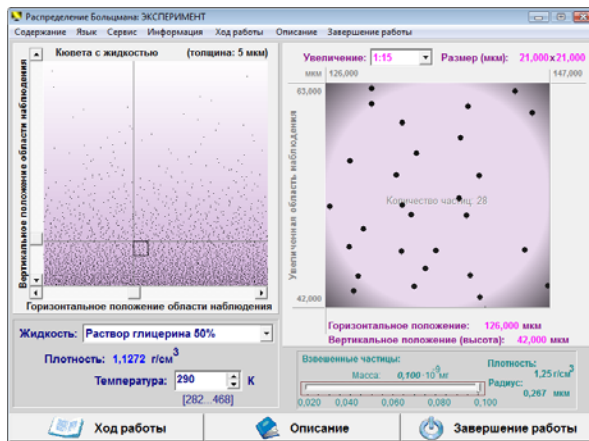


Рис. 3. Компьютерная лабораторная работа «Распределение Больцмана»

При изучении сложения одинаково направленных колебаний одним из возможных результатов являются биения, которые имеют характерный вид. Кроме биений могут наблюдаться, например, гармонические колебания с переменным положением равновесия, негармонические колебания и т. д. Прежде чем исследовать особенности биений, необходимо определить, в каком диапазоне частот они наблюдаются. В работе «Сложение колебаний. Биения» (рис. 4) студентам предлагается для фиксированной частоты одного из колебаний с достаточно крупным шагом варьировать частоту другого колебания и сравнить полученный в каждом эксперименте график результирующих колебаний с приведенными в учебно-методическом пособии типичными графиками различных видов результирующих колебаний. Тем самым они не только экспериментально определяют диапазон

частот, в котором наблюдаются биения, но и учатся визуально по графику колебаний определять характерные признаки биений.

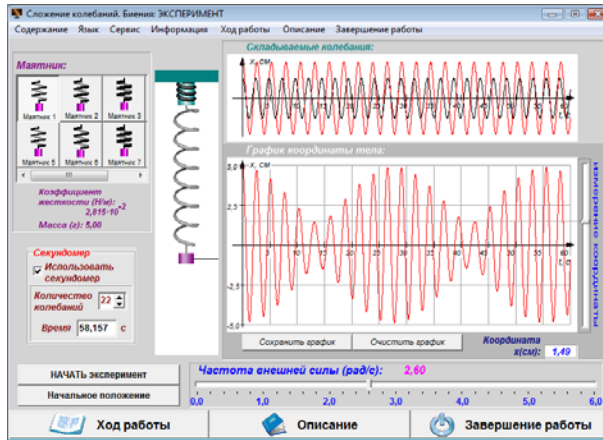


Рис. 4. Компьютерная лабораторная работа «Сложение колебаний. Биения»

В работе «Работа и энергия» рассматривается модель движения тела по стальной направляющей, расположенной в вертикальной плоскости и состоящей из прямолинейного отрезка и дуги окружности. Чтобы тело смогло подняться вверх по направляющей, ему сообщают некоторую начальную энергию при помощи сжатой стартовой пружины. В работе анализируется такое движение тела по направляющей, при котором тело, поднявшись на некоторую высоту, останавливается и скатывается обратно по той же дуге направляющей, по которой оно поднималось, не перелетая через высшую точку направляющей [14, с. 52–57]. Чтобы добиться такого движения тела при наличии трения скольжения в системе, необходимо подобрать стартовую пружину определенной жесткости и ее сжатие, обеспечивающее описанный характер движения тела (рис. 5). Легко заметить, что для тел, изготовленных из разных материалов и характеризующихся разным коэффициентом трения, необходимо выбирать пружины разной жесткости и разное их сжатие. В дальнейшем при подобранных таким образом начальных условиях изучают зависимость работы силы трения скольжения от длины и формы пути, пройденного телом по направляющей.

При движении заряженной частицы в стационарных однородных взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях траекторией частицы является трохоида, или, как частный случай, циклоида [10, с. 109–116]. Чтобы проанализировать зависимость характеристик тра-

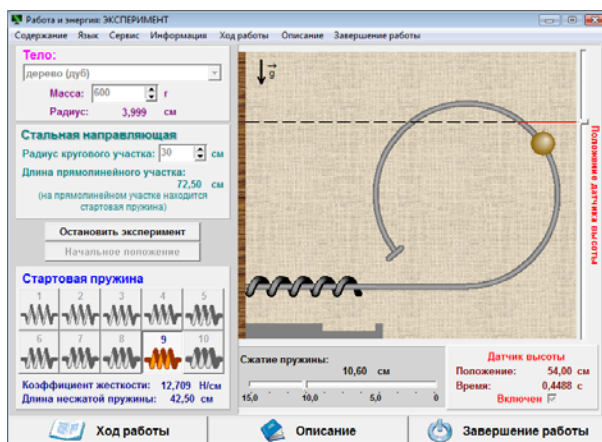


Рис. 5. Компьютерная лабораторная работа «Работа и энергия»

ектории частицы (периода, радиуса, длины витка) от напряженности электрического поля, необходимо выбрать фиксированное значение начальной скорости частицы и индукции магнитного поля. При нулевой начальной скорости частицы и максимально возможном в работе значении напряженности электрического поля студентам предлагается подобрать значение индукции магнитного поля так, чтобы в области эксперимента наблюдался один целый виток циклоиды. После этого начальную скорость и выбранное значение индукции магнитного поля считают фиксированными и проводят исследование зависимости параметров траектории от напряженности электрического поля. С уменьшением напряженности электрического поля количество витков циклоиды, наблюдаемой в области эксперимента, увеличивается (рис. 6). Поэтому, если оптимальные условия проведения эксперимента не подобраны, выполнение измерений при малых значениях напряженности электрического поля окажется затруднительным. Личные затруднения, возникающие при этом, стимулируют студентов к более тщательному поиску оптимальных условий эксперимента.

Во всех работах после проделанного поиска с помощью специально разработанных виртуальных инструментов студенты выполняют ряд измерений при определенных ими условиях. Это повышает их ответственность за результаты своей деятельности.

Конкретность предложенных критериев позволяет студентам делать осознанный выбор условий исследования моделей и учит выдвигать обоснованные требования к условиям проведения натурального эксперимента.

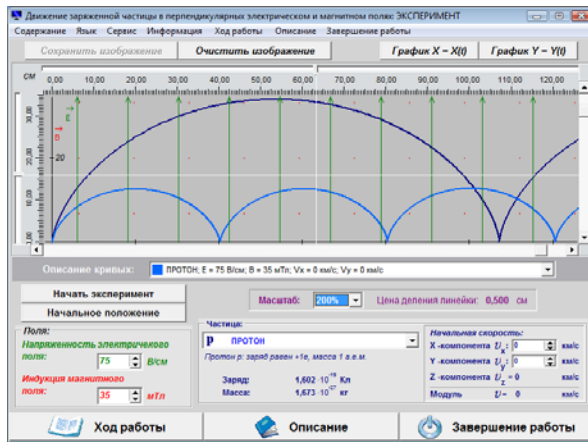


Рис. 6. Компьютерная лабораторная работа «Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях»

Все работы, входящие в разработанный на кафедре ТиЭФ комплекс, построены так, что программный продукт не препятствует выполнению исследований моделей при любых доступных условиях, в том числе отличающихся от оптимальных. Но результаты исследований, проведенных при оптимальных условиях, будут максимально соответствовать изученной студентами теории. В то время как результаты, полученные в условиях, отличающихся от оптимальных, могут обладать, например, значительной относительной погрешностью, затеняющей исследуемые закономерности, описываться иной моделью или оказаться недоступными для измерений в данном эксперименте. Анализ подобных ситуаций еще на уровне изучения модели раскрывает важность тщательного соблюдения оптимальных условий в предстоящих натуральных экспериментах [4, с. 12–18].

### Заключение

Разработка лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере и методики сочетания их с натурными работами в курсе общей физики проводится на кафедре теоретической и экспериментальной физики (ТиЭФ) Томского политехнического университета с 2002 года. По результатам этой работы для анализа понимания студентами роли моделей в физике в целом и в физических экспериментах, в частности, было проведено анкетирование студентов, в курсе общей физики изучавших (экспериментальная группа) и не изучавших (контроль-



ная группа) физические модели с помощью компьютерных лабораторных работ. В анкетировании приняло участие 268 человек. Количество студентов, по окончании изучения общей физики считающих, что для изучения физических моделей не нужно использовать компьютерные лабораторные работы, в экспериментальной группе оказалось в 2,6 раза меньше, чем в контрольной. Большинство (52%) студентов экспериментальной группы при ответе на вопрос «Для чего, по вашему мнению, изучают физические модели?» считают, что физические модели изучают для предсказания поведения реальной физической системы. В то же время студенты контрольной группы не смогли определенно ответить на этот вопрос – их ответы распределились практически равномерно среди всех предложенных вариантов. Оценка роли моделей в физике студентами контрольной и экспериментальной групп также оказалась различной. Если в контрольной группе только 30% опрошенных считают, что модели используют во всех физических теориях, то в экспериментальной группе такого мнения придерживается 51% студентов (остальные считают, что модели используют только в некоторых теориях). Количество студентов, считающих, что модели используют для объяснения всех физических экспериментов, в экспериментальной группе также больше. При этом студентов, которые думают, что модели для объяснения физических экспериментов никогда не используют, не оказалось в обеих группах. Роль физических моделей на различных этапах подготовки и проведения экспериментальных исследований студенты экспериментальной группы выделяют более уверенно (но не утрируя ее), чем студенты контрольной группы. Например, выбор оборудования для физического эксперимента связывают с выбором определенной физической модели 38,5% студентов контрольной и 45,2% студентов экспериментальной группы. Следует отметить, что специальные занятия с обсуждением данной проблемы не проводились ни в контрольной, ни в экспериментальной группах.

Таким образом, выполнение лабораторных работ по изучению моделей физических процессов и явлений на компьютере (в сочетании с натурными) в лабораторном практикуме курса общей физики способствует формированию и развитию экспериментальной компетентности студентов, как на практическом, так и на мировоззренческом уровне. А отработка навыков поиска оптимальных условий эксперимента на теоретических моделях создает предпосылки для научно обоснованного отношения к методике проведения физических экспериментов.



Литература

1. Гнитецкая Т.Н. Об аналогии между методами научного исследования и методами обучения // Физическое образование в вузах. 1998. Т. 4. № 2.
2. Ельцов А.В. Формирование экспериментальных умений во время выполнения автоматизированных работ физического практикума // Физическое образование в вузах. 2006. Т. 12. № 4.
3. Ельцов А.В. Основные направления использования средств информационных технологий в школьном эксперименте по физике // Информатика и образование. 2007. № 3.
4. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г. Изучение распределения Максвелла с помощью компьютерной модели и в натурном эксперименте // Открытое образование. 2014. № 1(102).
5. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г., Стародубцев В.А. Комплекс компьютерных моделирующих лабораторных работ по физике: принципы разработки и опыт применения в учебном процессе // Физическое образование в вузах. 2006. Т. 12. № 2.
6. Мамаева И.А. Вопросы для теоретической подготовки и готовности студентов к лабораторному эксперименту // Преподавание физики в высшей школе / Научно-методический журнал. 2005. № 31.
7. Оспенников А.А. Обучение будущих учителей физики использованию средств ИТК в организации учебных занятий по решению физических задач // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2008. № 7.
8. Попов С.Е. Концептуальные проблемы системы подготовки учителя физики: вычислительная физика // Физическое образование в вузах. 2005. Т. 11. № 3.
9. Ревинская О.Г., Борисенко С.И., Кравченко Н.С. Методика экспериментального изучения аномальной дисперсии света в полупроводниках в курсе общей физики и ее реализация на компьютере // Фундаментальные исследования. 2012. № 6-2.
10. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Изучение движения заряженной частицы в скрещенных стационарных электрическом и магнитном полях с помощью виртуальных лабораторных работ // Физическое образование в вузах. 2006. Т. 12. № 3.
11. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Концепция развития лабораторного практикума по общей физике на основе дидактической модели научных экспериментальных исследований // Инновации в образовании. 2014. № 1.

12. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Методика изучения динамики реактивного движения в курсе общей физики с использованием компьютерных моделей // Инновации в образовании. 2011. № 3.

13. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Методика экспериментального изучения затухающих колебаний пружинного маятника на наклонной плоскости // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 5.

14. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Методика экспериментального изучения работы диссипативных сил на примере работы силы трения и ее реализация на компьютере // Фундаментальные исследования. 2011. № 12. Ч. 1.

15. Румбешта Е.А., Данильсон Т.С. Модульно-деятельностный подход к обучению физике // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 7.

16. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний (психологические основы). М.: МГУ. 1984.

**Revinskaya O.G.**, *candidate of pedagogical Sciences, associate Professor*  
**Kravchenko N.S.**, *candidate of physico-mathematical Sciences*

### TRAINING OF STUDENTS FOR SEARCH OF OPTIMUM CONDITIONS OF CARRYING OUT STUDY EXPERIMENT ON PHYSICS BY MEANS OF THEORETICAL MODELS

**Abstract.** Possibilities of formation at students of university of skills of search of optimum conditions of carrying out experimental research in a course of the general physics are analysed. The technique of updating of requirement of acquisition of these skills through studying of models of physical processes and the phenomena on the computer which allows students to pick up necessary parameters of studied system on the basis of the analysis of its physical essence is offered.

**Key words:** *scientific experiment, study experiment, experiment planning, physical model, optimum conditions of performance of experiment.*