

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС - УМК

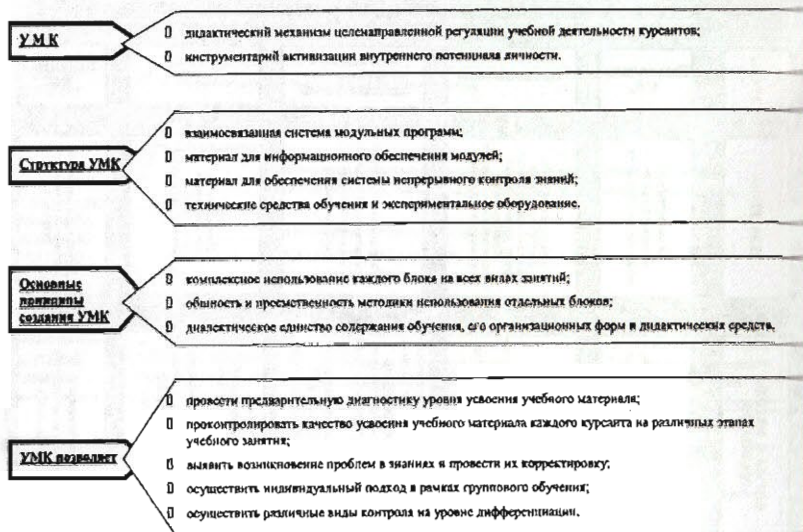


Схема № 3

Основными принципами внедрения этого УМК являются комплексное использование каждого блока на всех видах занятий, общность и преемственность методики использования отдельных блоков, диалектическое единство содержания обучения, его организационных форм и дидактических средств.

Результаты экспериментального внедрения системы сотрудничества и управления учебной деятельностью курсантов в рамках интегрированной технологии обучения свидетельствуют, что данная система позволяет интенсифицировать и индивидуализировать учебный процесс, значительно активизировать познавательную деятельность курсантов, повысить её стимулирующую составляющую, обеспечить высокую мотивацию и интерес в получении знаний, производить оперативный контроль за ходом усвоения знаний, вести статистику успеваемости и диагностировать уровень подготовки каждого курсанта и группы в целом.

О.Г. РЕВИНСКАЯ

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ФОРМИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ КОМПЕТЕНТНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Гомск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Роль лабораторного практикума в курсе общей физики определяется значимостью физического эксперимента как метода научного познания, его структурой и методологией. Однако ученые и преподаватели уже на протяжении многих лет испытывают неудовлетворенность результатами экспериментальной подготовки студентов в курсе общей физики. Об этом свидетельствует постоянная работа конференций, посвященных учебному физическому эксперименту, таких как «Современный физический практикум», «Учебный физический эксперимент», «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» и т.д.

Несмотря на усилия преподавателей и ученых, разрыв между учебным и научным экспериментом не сокращается. Это связано с тем, что современное развитие лабораторного практикума продолжает опираться на старую модель экспериментальных исследований, грамотно адаптированную к учебному процессу в 60-70 годы прошлого века, но не отражающую особенности современных экспериментальных исследований. Это интуитивно ощущается всеми участниками учебного процесса, в том числе и студентами.

Организация, структура и содержание лабораторного практикума должны опираться на модель современных экспериментальных исследований. Это позволит поднять значимость лабораторного практикума в глазах студентов, повысить их заинтересованность в результатах учебной деятельности, повысить компетентность студентов в современных экспериментальных исследованиях.

Современные экспериментальные исследования характеризуются, в частности, значительно более широким кругом изучаемых явлений и процессов, разнообразием использования

компьютерной техники и программных средств, как при проведении экспериментов, так и при обработке и анализе их результатов, сопоставлением изучаемых процессов и явлений различным физическим моделям. Особенности проведения современного эксперимента, изменившие методологию научных исследований, должны получить и соответствующее отражение в методике проведения лабораторного практикума по физике в вузе.

#### *Физические модели в лабораторном практикуме*

Одним из важных этапов научного эксперимента в настоящее время является сопоставление экспериментально изучаемого явления или процесса с его теоретической моделью. Диапазон моделей, содержательно соответствующих курсу общей физики, очень широк и многообразен. Но чтобы использовать их для сопоставления с экспериментом, большинство из них необходимо предварительно детально описывать и анализировать – изучать физическую модель.

Актуальность выделения в учебном процессе такого вида деятельности как изучение конкретных физических моделей связана еще и с тем, что примеры их анализа постепенно исключаются из лекционного материала и современных учебных пособий. Поэтому студенты не имеют возможности расширять и накапливать опыт в этом направлении. Учебная деятельность по детальному изучению теоретических моделей в лабораторном практикуме позволит студентам понять возможные критерии и принципы оценки адекватности выбранной модели и изучаемого реального явления. Поэтому, на наш взгляд, учебный физический эксперимент в вузе следует проводить в два этапа: детальное изучение предполагаемой теоретической модели; экспериментальные исследования с последующим их сопоставлением с изученной моделью.

В связи с этим методику постановки лабораторных работ также эффективно разбить на два этапа.

На первом этапе выбирается модель изучаемого в дальнейшем эксперименте физического явления, соответствующая курсу общей физики. Эта модель должна давать возможность разработки методики исследования и принципов организации физического эксперимента на аудиторных заня-

тиях. Для отработки методики физическая модель материализуется в виде компьютерной лабораторной работы [1]. Активное развитие средств и методов программирования позволяет реализовывать на компьютере физические модели (с реальными параметрами) почти любой сложности. Поэтому для воспроизведения моделей, изучаемых в курсе общей физики, всегда можно найти адекватное программное решение. Интерактивное взаимодействие студентов с физической моделью преследует ее всестороннее изучение, с одной стороны. С другой стороны, исследование модели на компьютере позволяет отработать принципиальную методику исследования реального явления или процесса, описываемого этой моделью, подобрать оптимальные условия, реализуемые далее в экспериментальной установке.

На втором этапе на основе отработанной методики технически реализуется экспериментальная установка, корректируется методика выполнения эксперимента в реальных условиях учебной лаборатории. Полученные в натурном эксперименте результаты анализируются на основе уже известной студентам физической модели.

Оба этапа реализуются в виде полноценных законченных исследований при выполнении двух взаимосвязанных лабораторных работ: компьютерной и натурной. При этом появляется реальная возможность постановки перед студентами задачи об определении оптимальных условий эксперимента. Решение этой задачи может быть реализовано в условиях модельного эксперимента после изучения основных свойств модели. Соответствующие исследования при выполнении компьютерной лабораторной работы позволяют студентам самим обоснованно аргументировать условия проведения натурального эксперимента. Это особенно важно, учитывая, что реализовать поиск оптимальных условий на натуральных учебных установках технически почти невозможно, за исключением некоторых простейших экспериментов. Сочетание детального изучения модели с натурным экспериментом, описываемым этой моделью, позволяет студентам глубже понять смысл экспериментальных исследований, стимулировать познавательную

активность и формировать сферу их научных интересов уже на младших курсах.

Очевидно, что не все работы лабораторного практикума по общей физике должны иметь сопутствующую компьютерную лабораторную работу. Например, одной из важных задач, реализуемых в лабораторном практикуме, является приобретение навыков по работе с физическими приборами. Сопровождение работ такого типа компьютерными аналогами является нецелесообразным. Кроме того, для некоторых моделей из курса общей физики натурные эксперименты технически не могут быть реализованы в учебной лаборатории. Для их натурального изучения необходимо специальное оборудование и специальные условия (в том числе обеспечивающие безопасность экспериментатора). Исследование таких явлений в лабораторном практикуме может ограничиваться изучением теоретической модели на компьютере с последующим обсуждением условий реализации аналогичного натурального эксперимента. Такое обсуждение позволяет студентам понять объективные причины отсутствия той или иной экспериментальной установки в лабораторном практикуме.

#### *Методика лабораторных исследований*

Задача лабораторного практикума – познакомить студентов с многообразием методов научной организации эксперимента, подходов к выбору методов исследования, которые определяют структуру и продолжительность эксперимента. В научных исследованиях методика изучения какого-либо явления опирается, прежде всего, на определенную физическую модель. Физическая модель позволяет выявить закономерности между параметрами изучаемой системы, предложить расчетные формулы для определения физических величин, непосредственно не измеряемых в эксперименте. Очевидно, что простые математические зависимости легко анализируются умозрительно, но регулярное изучение однотипных простых зависимостей приводит к быстрому угасанию интереса студентов как к выполнению компьютерных, так и натуральных лабораторных работ.

Методика изучения линейных (или линеаризованных) зависимостей является базовой для традиционной организации

лабораторного практикума по общей физике [2]. Для исследования линейных, монотонных зависимостей характерным является постоянный шаг изменения варьируемого параметра. Для изучения немонотонных зависимостей исследования вблизи экстремумов необходимо выполнять с меньшим, чем в области монотонности, шагом.

Как правило, значения, соответствующие экстремумам изучаемой зависимости, содержат определенную характеристическую информацию о физической системе. Например, при изучении аномальной дисперсии света в полупроводниках частоты, при которых диэлектрическая проницаемость вещества имеет максимум и минимум, позволяют рассчитать частоту собственных колебаний и эффективный заряд ионов кристаллической решетки полупроводника [3]. Поэтому при исследованиях в области аномальной дисперсии (вблизи экстремумов) частоту падающего света необходимо изменять с шагом в 10–15 раз меньше, чем в области нормальной дисперсии.

Движение заряженной частицы в кулоновском поле происходит немонотонно по траекториям, являющимся коническими сечениями. Поэтому для изучения зависимости характеристик траектории (фокального параметра, эксцентриситета) от начальной скорости частицы предпочтительно изменять скорость не равномерно, а по геометрической прогрессии [4]. Включение в лабораторный практикум работ по изучению физических явлений и процессов, описываемых немонотонными зависимостями, значительно разнообразит как круг изучаемых явлений, так и методику их экспериментального исследования.

Выделение в лабораторном практикуме изучения физических моделей как самостоятельного вида учебной деятельности позволяет в рамках выполнения компьютерной лабораторной работы определить характер зависимости между параметрами исследуемой физической системы [5], сформулировать критерии, позволяющие в дальнейшем отнести зависимость, полученную в натурном эксперименте, к определенному типу. Так движение в вязкой среде может происходить либо с постоянной скоростью, либо с постоянным ускорением, либо с переменным ускорением [5]. Получив аналитические зависимости координаты тела от времени по методу наименьших квадратов, можно

сформулировать критерии, позволяющие отнести движение к одному из перечисленных типов. Такой анализ относится к теоретическим исследованиям, но создает предметную основу для проведения аналогичного натурального эксперимента.

Таким образом, теоретические особенности физической модели определяют не только методику ее исследования в форме компьютерной модели, но и методику измерений и расчетов при выполнении натурального эксперимента, опирающегося на данную модель. Этот подход позволяет объяснить общность в постановке задач исследования в натурной и соответствующей компьютерной работе. Этот же подход позволяет аргументировать и имеющиеся отличия.

Сопоставление изучаемого в эксперименте явления или процесса с теоретической моделью при выполнении натурального эксперимента требует ответить на вопрос, действительно ли данное явление описывается предложенной теорией. Всегда существует вероятность, что предложенная модель недостаточно точно описывает реальное физическое явление. Необходимо сначала убедиться, что натурные зависимости носят такой же характер, как предсказан теорией. После этого результаты измерения можно использовать для получения искоемых параметров системы по формулам, выведенным на основе используемой модели. В отличие от натурной в компьютерной работе изучают именно ту модель, которая описана в теории. Поэтому здесь не имеет смысла проверять, является ли зависимость между отдельными параметрами системы, например, линейной, если теория утверждает, что она линейна.

Одним из методически слабых мест традиционных натурных лабораторных работ является отсутствие у студентов критериев правильности выполнения работы. Они выполняют измерения, делают расчеты, а самостоятельно оценить, насколько правильный результат получился, не могут. У них нет для этого ни опыта, ни каких-либо критериев, кроме мнения преподавателя. Студент узнает, что выполнил работу правильно, только когда показывает свои результаты преподавателю. В научных исследованиях это не так. Экспериментатор всегда ориентируется на какие-то независимые результаты.

Традиционно одним из основных критериев успешности выполнения учебных экспериментов считается соблюдение предписанной последовательности действий, изложенной в методических указаниях. В научных исследованиях последовательность выполнения эксперимента постоянно творчески дорабатывается в зависимости от цели исследования и возможностей ее достижения. Для оценки успешности используются не процессуальные, а фактологические критерии, представленные в виде достижений других ученых. Реализация этого подхода к оценке успешности эксперимента в учебном практикуме позволит полнее реализовать модель научных исследований в учебном процессе.

Последовательное воспроизведение этого принципа создаст основу для развития критического отношения студентов к результатам своей деятельности. Чтобы добиться самоконтроля студентами своих результатов нужно в каждой работе, как натурной, так и компьютерной, иметь некое «контрольное число». Получив его по результатам обработки результатов эксперимента и сравнив с заданным значением, студент некоторые ошибки в своих результатах сможет устранить сам. В качестве «контрольного числа» может выступать либо табличное значение какой-либо величины, либо значение, полученное альтернативным способом. Например, при изучении нормальной дисперсии в качестве контрольного числа может использоваться число Аббе [6], значения которого для различных оптических стекол приводятся в физических и технических справочниках. При изучении момента инерции тела в качестве контрольного числа можно использовать значение момента инерции тела относительно центра инерции, рассчитанное с помощью пространственного интегрирования для тела заданной формы [7].

Таким образом, задача и методика исследования в лабораторной работе не только сводится к получению определенных физических зависимостей, но и включает их использование для расчетов других характеристик изучаемой системы, сравнение полученных результатов с результатами, предсказанными выбранной теоретической моделью. Реализация данной методики в

лабораторном практикуме формирует понимание задач современных экспериментальных исследований в целом.

#### *Заключение*

Отношение к лабораторному практикуму как учебной модели научных экспериментальных исследований позволило выделить в его структуре исследование физических моделей как самостоятельный вид учебной деятельности, который требует внимания со стороны педагогов, с целью создания методики формирования его навыков. Этот вид учебной деятельности является неотъемлемой частью лабораторного практикума, поэтому развитие методики его формирования ведет к реорганизации физического содержания, изменению методики предлагаемых студентам лабораторных работ, и как следствие, развитию организации практикума в целом. На всех изученных направлениях модернизации лабораторного практикума по физике лабораторные работы по изучению физических моделей (в сочетании с натурными) стимулируют поиск новых решений, способствуют формированию у студентов целостных представлений о современных научных исследованиях.

Поэтому лабораторный практикум по общей физике, отвечающий современной модели научных исследований, должен содержать как натурные эксперименты на современном оборудовании, так и лабораторные работы по изучению теоретических моделей физических явлений и процессов на компьютере в оптимальной, научно-обоснованной пропорции, развивающиеся в тесной взаимосвязи.

Лабораторный практикум по курсу общей физики на кафедре теоретической и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета в последние годы развивается на базе изложенной концепции. Восприятие учебных лабораторных работ через призму модели современных научных исследований существенным образом изменило отношение к этому виду учебной деятельности, как со стороны студентов, так и со стороны преподавателей. Значительно участилось использование студентами различных программных средств для обработки результатов измерений. Как и в научных исследованиях, средства обработки данных

подбираются, исходя из принципа практической целесообразности. Преподаватели предлагают студентам использовать любые программные средства, с которыми знакомы студенты, при необходимости дают направляющие консультации по отдельным из них [8]. Тем самым, студенты получают возможность практически использовать имеющиеся у них навыки владения компьютером, что в то же время, не исключает проведения некоторых расчетов вручную. Такой подход позволил сделать более осмысленным как сам процесс обработки экспериментальных данных, так и использование различных программных средств. Следует отметить, что за время выполнения лабораторного практикума диапазон программных средств, добровольно используемых студентами, значительно расширяется, а навыки их применения углубляются.

Сочетание теоретических и экспериментальных исследований в виде компьютерных и натуральных лабораторных работ в лабораторном практикуме формирует представления о практической взаимосвязи физической теории и эксперимента в научных исследованиях. Это способствует сокращению оторванности курса общей физики в целом от современных достижений физики как науки. Детальное изучение моделей физических явлений и процессов в лабораторном практикуме раскрывает и предметно наполняет цели и задачи моделирования как научного метода познания, его практического применения, начиная с учебных лабораторных исследований. Таким образом, строится практическая основа для восхождения студентов к вершинам научного знания, подкрепляемая заинтересованностью и поддержкой преподавателей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Лабораторный практикум по общей физике: поиск новых методик // Материалы XI международной конференции «Физика в системе современного образования» (ФССО-11) (Волгоград, 19–23 сентября 2011 г.): В 2 т. Волгоград: ВГСПУ, 2011.
2. Лабораторный практикум по физике. М., 1980.
3. Ревинская О.Г., Борисенко С.И., Кравченко Н.С. Методика экспериментального изучения аномальной дисперсии в полупроводниках в лабораторном практикуме // Материалы XI международной

научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» (Москва, 27 февраля – 1 марта 2012 г.). Ч. 3. М., 2012.

4. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Изучение центрального взаимодействия с использованием лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере // Учебная физика. 2008, № 2.
5. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Лабораторная работа для изучения модели движения сферического тела в вязкой среде на компьютере // Учебная физика. 2009, № 2.
6. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. О возможностях модернизации методики изучения нормальной дисперсии света с помощью треугольной призмы в курсе общей физики // Вестник ЧГПУ. 2011, №1.
7. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Виртуальная лабораторная работа «Момент инерции твердого тела» // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов XI Всероссийской научно-практической конференции «Учебный физический эксперимент» (Глазов, 27–28 января 2006 г.). Вып. 23. М., 2006.
8. Revinskaya O., Kravchenko N. Search of directions of modernization of a technique of a laboratory practical work in physics in technical university // Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives. 2011. Vol. 9, Part 3. PP. 87–95.

О.М. РОГОЖКИНА, Т.М. СИДОРОВА\*

## ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ КАК ФОРМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ

Самара, МБОУ СОШ №167,  
Самара, ГБС(К)ОУ школа-интернат №117

Модернизация общего среднего образования подразумевает переориентацию процесса обучения, который должен быть направлен на развитие личности ученика, обучение его самостоятельно овладевать новыми знаниями. Формирование компетентностей обучающихся, то есть способность применять знания в реальной жизненной ситуации, является одной из наиболее актуальных проблем современного образования.

В результате использования домашних экспериментальных заданий в изучении физики реализуется одна из методологических основ ФГОС – системно-деятельностный подход: учащиеся вовлекаются в учебную деятельность, развивается личность учащегося на основе освоения универсальных способов деятельности. Системно-деятельностный подход тесно связан с личностно-ориентированным и компетентностным подходами к образованию. Они обращены к личности ученика и реализуются в процессе выполнения конкретным школьником определенного комплекса действий.

В подростковом возрасте очень важно к процессу познания подключение органов чувств ребёнка. При контакте с реальными объектами усвоение знаний происходит естественным образом, что помогает сберечь здоровье растущего человека. Для этой цели мы используем физический эксперимент, дидактическая структура которого в работе учениками представлена демонстрационными опытами, фронтальными лабораторными работами, домашними экспериментальными заданиями.

Эксперименты, проводимые школьниками дома, помогают научиться им самостоятельно овладевать знаниями. Кроме того, использование таких заданий активизирует познавательную деятельность учащихся, значительно расширяет их кругозор,