

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждаются готовность и мотивация студентов первого курса инженерных специальностей к изучению теоретических моделей физических явлений и процессов на компьютере, а также возможности организации этой учебной деятельности в рамках курса общей физики.

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование является одним из ведущих методов современного научного познания. Оно плодотворно применяется во всех областях науки и техники, используется для предсказания и объяснения природных и техногенных явлений, для популяризации научных достижений средствами массовой информации. Однако обучение моделированию в инженерных вузах традиционно происходит в рамках спецдисциплин на старших курсах. При изучении этих дисциплин внимание студентов акцентируется преимущественно на численных методах компьютерного моделирования, а предметная (физическая, химическая и т.д.) составляющая моделей при этом играет вспомогательную роль. В преподавании таких фундаментальных дисциплин, как общая физика, модельный характер научных знаний почти не обсуждается. Теоретический материал, являющийся основой построения различных моделей физических явлений и процессов, не находит практического приложения в применении этих моделей. В то же время, именно курс общей физики закладывает основу для овладения большинством спецдисциплин, преподаваемых на инженерных специальностях вузов. В результате разрыв между активно развивающимся в науке и технике моделированием как методом познания и существующей практикой его применения в курсе общей физики с каждым годом возрастает. Существуют ли в настоящее время предпосылки для сокращения этого разрыва?

1. О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНЯТИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ» У СТУДЕНТОВ, ПРИСТУПАЮЩИХ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Анкетирование, проведенное в начале учебного года и охватившее 449 человек, показало, что студенты, только что поступившие на первый курс Томского политехнического университета, знакомы с понятием «физическая модель», «модели в физике». Они уверенно отмечают, что при изучении физики в школе учителя использовали модели для объяснения нового материала (50,1 % опрошенных), при демонстрации опытов (58,6 %), при решении задач (9,8 %). Учебные фильмы и компью-

терные анимации ассоциируются с использованием моделей у 20,7 % опрошенных.

На вопрос «Всегда ли модель отличается от реального физического процесса или явления?» 64,8 % опрошенных ответили, что это зависит от условий применения модели: можно представить несколько моделей одного физического явления, которые позволят описать данное явление с разной степенью точности при разных условиях. Однако вопрос «Чем, по Вашему мнению, отличается модель от реального физического явления или процесса?» вызвал у первокурсников затруднение. Их голоса распределились практически равномерно между всеми предложенными вариантами. Это объясняется отсутствием личного опыта изучения и применения физических моделей у студентов. Большинство (54,1 %) указали, что редко выполняли какие-либо задания с использованием моделей при изучении физики в школе. Еще 13,4 % отметили, что никогда ранее не выполняли задания с моделями.

Отсутствие опыта в использовании моделей также сказывается на непонимании их роли в физике. Студенты не могут самостоятельно проанализировать, как часто модели используются при решении физических задач, при объяснении экспериментов, в построении физических теорий. В то же время тех, кто уверен, что модели не используются ни в одном из этих видов деятельности, практически не оказалось (2 %). О том, что модели используются не только в естественных, но и в гуманитарных науках, имеют представление только 21,9 % опрошенных. Исследования Королева М.Ю. [1] также показали, что студенты младших курсов не могут воспроизвести научное определение модели.

Анализ научных публикаций и результатов анкетирования показал, что студенты знакомы с понятием «физическая модель», пользуются им уверенно. Но данное понятие сформировано у них не на теоретическом, а на повседневно-бытовом уровне, поэтому не является обобщенным. Как показывают психологические исследования, применение таким образом сформированных понятий в узкопрактической предметной области не должно вызывать значительных затруднений у студентов. Но для широкого переноса понятия «модель» на другие области знания потребуется дополнительная теоретическая подготовка, которую студенты и получают при изучении математического моделирования на старших курсах. Таким образом, можно считать, что для предметного использования и развития в курсе общей физики студентам младших курсов достаточно

повседневного-бытового уровня сформированности понятия «физическая модель».

2. ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Повседневное-бытовое знакомство бывших школьников с моделями разного уровня происходит в основном через компьютерные модели, которые используются в различных игровых программах, демонстрируются в телевизионных передачах и т.д. Для разработки компьютерных моделей необходимо обладать не только предметными знаниями в определенной области, например, в физике, но и владеть навыками программирования. Для работы с готовыми компьютерными моделями, как правило, достаточно обладать навыками начинающего пользователя.

Студенты, поступившие на первый курс, декларируют достаточно высокий уровень владения компьютером: 18,7 % утверждают, что не испытывают затруднений при использовании любых программ; 39,9 % не испытывают затруднений при использовании большинства программ; 33,6 % при использовании некоторых программ нуждаются в посторонней помощи. При этом 85,1 % опрошенных подтвердили, что ежедневно пользуются компьютером или какими-либо портативными электронными устройствами в повседневной жизни. Почти все (99,6 %) студенты имеют компьютер и (или) портативные устройства (электронную книгу, смартфон, планшетный компьютер и т.д.). Только 0,4 % заявили, что не пользуются портативной техникой в повседневной жизни.

Большинство опрошенных во время обучения в школе имело опыт использования компьютера на уроках информатики (77,5 %), а также при подготовке к некоторым предметам дома (64,4 %). При изучении физики в школе респонденты наблюдали использование компьютера учителем для демонстрации: слайдов при объяснении нового материала (73,9 %), при объяснении решения задач (29,6 %); видеозаписей демонстрационных опытов (53,9 %); компьютерной анимации (19,6 %). При подготовке к конкурсам и конференциям по физике в школе 39,9 % опрошенных самостоятельно использовали компьютер.

Таким образом, студенты, приступающие к изучению курса общей физики в технических университетах, имеют устойчивые навыки владения компьютерной и портативной техникой на уровне пользователя. Эти навыки необходимо учитывать и активно использовать в преподавании как фундаментальных (таких как общая физика), так и специальных дисциплин уже на младших курсах. А постоянный мониторинг и использование достигнутого уровня компьютерной грамотности студентов начиная с первого курса позволят преподавателям

своевременно вводить в учебный процесс в вузе современные электронные дидактические средства.

3. МОТИВИРОВАННОСТЬ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Наличие неполной сформированности понятия «физическая модель», подкрепленное уверенным использованием типовых компьютерных программ, формирует у студентов мотивацию к изучению физических моделей с помощью компьютера уже на первом курсе.

На вопрос «Считаете ли Вы интересным изучение физических моделей на компьютере?» утвердительно ответили 83,9 % первокурсников. При этом 12,2 % заявили, что имеют опыт самостоятельного изучения моделей на компьютере, 16,5 % видели, как это делают другие, а 55,2 % не имеют представления о том, как изучают физические модели на компьютере, но предполагают, что это должно быть интересно. О своем желании изучать физические модели на компьютере в курсе общей физики заявили 58,6 % опрошенных.

29,2 % студентов ответили, что они не знают, хотят ли они изучать физические модели на компьютере в курсе общей физики. Это связано с тем, что большинство опрошенных не знают, как происходит изучение моделей на компьютере и интуитивно ожидают, что эта деятельность может предполагать не только владение компьютером на уровне пользователя, но и программирование, навыками которого первокурсники практически не обладают.

Проведенные исследования показали, что первокурсники имеют уровень мотивации, достаточный для включения их в учебную деятельность по изучению физических моделей на компьютере в курсе общей физики. Однако эта мотивация носит преимущественно интуитивный характер и требует подкрепления опытом исследования моделей. Курс общей физики охватывает большое количество разнообразных моделей, что позволяет говорить о его большом потенциале для развития у студентов научно-обоснованной мотивации к освоению компьютерного моделирования физических явлений и процессов.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Для развития у студентов мотивации к моделированию физических процессов и явлений на компьютере необходимо так организовать их учебную деятельность, чтобы они на собственном опыте оценили, какую информацию можно получить при изучении моделей, где и как применяется такая информация. Формирование индивидуального опыта моделирования может начинаться с обучения самостоятельной разработке компьютерных программ, воспроизводящих некоторые физические модели, с последующим изучением данных моделей при по-

мощи написанных программ. В этом случае цель моделирования как получения неизвестной информации об объекте моделирования раскрывается только после окончания обучения, в процессе которого на первый план выступают трудности по освоению методов программирования. При такой методике обучения возникший до поступления в вуз интерес к изучению моделей остается без подкрепления в течение обучения и постепенно угасает у большинства студентов.

Если формирование индивидуального опыта моделирования в вузе начинать с обучения получению информации о различных физических моделях с помощью готовых (не требующих от студентов навыков программирования) компьютерных программ [2], то приобретенные учащимися навыки практического исследования моделей конкретизируют цели моделирования как метода познания. На основе имеющейся интуитивной мотивации они сформируют научно обоснованную потребность студентов в построении физических моделей и изучении их на компьютере. Высокая мотивированность позволит студентам в дальнейшем эффективнее справляться с трудностями освоения методов программной реализации физических моделей (технической стороны компьютерного моделирования).

Таким образом, в настоящее время актуальным является изучение моделей физических явлений и процессов в курсе общей физики с помощью специальных программных дидактических средств, позволяющих проводить исследование физической модели без необходимости программирования со стороны студентов. Их применение в учебном процессе решает не только задачу укрепления у студентов психологической и предметной мотивации к изучению методов моделирования. В этом случае освоение теоретического материала, на котором построена изучаемая физическая модель, реализуется во внешней предметной деятельности на компьютере. А взаимодействие с физическими моделями как с внешними объектами позволяет организовать исследовательскую деятельность студентов в виде лабораторной работы.

Чтобы поставленные задачи были решены, программные дидактические средства для организации лабораторных работ по изучению моделей физических процессов и явлений на компьютере должны обладать следующими свойствами. Физическое содержание изучаемых с их помощью моделей должно соответствовать курсу общей физики и использовать математический аппарат, знакомый студентам младших курсов. Интерфейс программ должен учитывать опыт работы студентов с типовыми программными продуктами так, чтобы техническое взаимодействие с учебной программой не вызывало у них затруднений. Методика исследования моделей, предлагаемая студентам, должна максимально полно раскрывать различные стороны и особенности каждой модели и подкрепляться адекватным интерактивным инструментарием. Алгоритм взаимодействия

студента с программой должен воспроизводить отклик модели на инициированное студентом воздействие (изменение параметров) на основе методических рекомендаций и исключать принудительное управление деятельностью студента в рамках заданного сценария (свободный режим взаимодействия с программой). Компьютерная модель, реализованная в программе, должна максимально точно воспроизводить модель физического явления или процесса, физическую схему эксперимента. Востребованность полученных при изучении физической модели знаний должна быть реализована в их применении к условиям натуральных физических экспериментов [3] в курсе общей физики. Однако информация, полученная при изучении модели, не может ограничиваться только описанием имеющихся экспериментов. Изучение модели, как всякое теоретическое знание, должно давать более широкую информацию и как частный случай объяснять конкретный натуральный эксперимент. Чтобы студенты получили достаточно практического материала для обобщения своего опыта изучения моделей, необходимо регулярное выполнение данной деятельности в процессе изучения курса общей физики.

Опираясь на описанные принципы, на кафедре теоретической и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета разрабатывается и используется в учебном процессе комплекс лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере Laboratory Simulations [4]. В настоящее время комплекс содержит 27 лабораторных работ, состоящих из авторских программных продуктов и методики всестороннего исследования моделей, по всем разделам курса общей физики. Студенты выполняют в среднем по 3—4 компьютерные и 6—7 натуральных работ за семестр. Методические материалы по выполнению лабораторных работ (как компьютерных, так и натуральных) размещены на сайте кафедры (http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/tief/method_work/method_work2/lab7). Это не только влияет на вариативность, динамичность и доступность учебных материалов, но и позволяет студентам актуализировать и развивать свои навыки использования коммуникативных возможностей имеющейся у них компьютерной и портативной техники.

В работах, входящих в комплекс Laboratory Simulations, реализовано многообразие методов исследования физических моделей, проявляющееся в различных способах выбора условий исследования, способах изменения параметров изучаемой модели, подходах к анализу наблюдаемых результатов (<http://ogrevinskaya.narod.ru/lab.html>). Практическое освоение совокупности этих методов в рамках лабораторного практикума способствует формированию исследовательских компетенций будущих инженеров начиная с младших курсов.

Анкетирование студентов, завершивших изучение курса общей физики, показало возрастание мотивации дальнейшего использования методов моделирования. Так 80,4 % опрошенных считают полезным и необходимым изучение физических моделей на компьютере в курсе общей физики. Количество студентов, изъявивших желание в дальнейшем изучать физические модели на компьютере, возросло до 62,8 %, а количество так и не сформировавших свое мнение по этому вопросу сократилось до 15,4 %. Интересным изучение физических моделей считают 56,4 %. Студенты отметили, что благодаря выполнению компьютерных лабораторных работ: научились анализировать физические модели (68,6 %); поняли границы применимости изученных моделей (51 %); поняли методику исследования физических моделей (78,4 %); поняли, для чего необходимо изучать физические модели (62,7 %). Только 7,7 % студентов считают, что для изучения физических моделей не нужно использовать компьютер. По мнению 78,2 % опрошенных изучать физику без использования компьютерных моделей нежелательно.

Таким образом, изучение физических моделей в курсе общей физики с помощью специальных дидактических программных средств позволило не только сохранить, но и повысить у студентов мотивацию к использованию методов физического и компьютерного моделирования. За время изучения общей физики характер мотивации студентов изменился с интуитивно-бытового до научно обоснованного. Закрепились и развились навыки профессионального использования компьютера в научно-технических исследованиях. Повысилась уверенность студентов в своих теоретических знаниях по физике: считают, что ориентируются в теоретическом материале, более 85 % опрошенных.

Следует отметить, что более позднее (на старших курсах) изучение построенных на материале курса общей физики моделей с помощью готовых, программно-реализованных компьютерных моделей теряет актуальность как с точки зрения овладения знаниями в области фундаментальных физических теорий, так и с точки зрения формирования научно обоснованной мотивации использования методов моделирования. Дальнейшее применение готовых моделей в качестве дидактических средств должно опираться на материал других учебных дисциплин, актуальный на последующих этапах профессионального становления молодых специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение моделей физических явлений и процессов на компьютере в рамках лабораторного практикума является актуальной практической задачей дидактики физики в высшей школе, которая реализуется через создание специальных дидактических программных средств и разработку методик их использования в учебном процессе на базе постоянно возрастающей компьютерной грамотности студентов. Опыт изучения физических моделей на компьютере в лабораторном практикуме, накопленный сотрудниками кафедры теоретической и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета, показал, что учебные программные продукты, разработанные для этой цели, выступают в роли средства изучения заложенного в каждой модели теоретического физического материала, и требуют дальнейшего развития и распространения в технических университетах страны. В результате практического применения компьютерных моделей для формирования научной компетенции у студентов развивается потребность изучения и применения методов моделирования в различных отраслях науки и техники, которая опирается на фундаментальные знания, полученные в курсе общей физики. Научно обоснованная внутренняя мотивация создает фундамент для дальнейшего овладения моделированием как профессиональным методом познания в инженерной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Королев М.Ю.** Теоретические основы методической системы обучения студентов методу моделирования. — М.: Крапов Е.В., 2011. — 135 с.
2. **Ревинская О.Г., Кравченко Н.С.** Методика изучения динамики реактивного движения в курсе общей физики с использованием компьютерных моделей. // *Инновации в образовании*. 2011. № 3. С. 116—127.
3. **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(87). С. 165—170.
4. **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. С. 85—95.