

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ КАК ФОРМА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Постановка проблемы. Одной из важнейших задач современной высшей школы является формирование личности, способной ориентироваться в возрастающем потоке информации. Естественно-математическое образование в системе технического образования занимает одно из ведущих мест. Оно обеспечивает знание основных методов изучения природы, фундаментальных научных теорий и закономерностей, формирует у учащихся умения исследовать и объяснять явления действительности. Однако основным способом подачи учебного материала остаётся традиционная технология обучения, ориентированная в основном на преподнесение и усвоение готовых знаний о достижениях науки и техники. Чтобы переданная таким способом информация превратилась в знания, от студента требуются значительные волевые усилия по заучиванию материала, которые способны приложить далеко не все студенты. Кроме того сегодня, когда наука развивается очень быстро, знания, приобретённые таким способом, являются малоценными, так как они быстро теряют свою актуальность.

В наше время главным является не столько заучивание огромного массива информации, сколько умение работать с этим массивом, выбирать из него необходимые знания, уметь их сгруппировать, обобщить, безусловно, с использованием компьютерных и информационных технологий.

Бесспорной является необходимость совершенствования технологий образования в направлении улучшения формирования информационной культуры и развития творческих способностей специалиста. Наиболее эффективной формой ее реализации в вузе является непрерывная, начинающаяся с 1-го курса система научно-исследовательской работы студентов (НИРС) как неразрывная составляющая триединого образовательного процесса: учебно-воспитательного, научного и практического.

Свободное развитие личности, участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, симпозиумах, представление работ для публикации, пользование услугами научных подразделений есть неотъемлемое право каждого студента, определяемое законодательно-нормативной базой системы образования (национальной доктриной развития высшего образования, Законом Украины «Про вищу освіту», государственными программами реформирования и развития высшего образования, указами Президента Украины).

Для реализации принципов НИРС в техническом вузе одной из наиболее подходящих дисциплин, изучаемых на младших курсах, является курс общей физики, т.к. сама эта дисциплина является платформой для формирования будущих специальных технических знаний и умений. Поэтому проблема формулируется следующим образом: как наиболее эффективно организовать научно-исследовательскую работу студентов младших курсов при изучении физики в техническом вузе?

Постановка задачи исследований. На основе обзора педагогических исследований требуется выделить все возможные виды и формы НИРС в техническом вузе, спроецировать их на изучение дисциплины «общая физика», выявить наиболее эффективные формы. Если окажется, что компьютерное моделирование физических явлений является по идентифицирующим признакам одной из форм проведения НИРС, то требуется: выделить этапы проведения НИРС, разработать систему действий преподавателя и студента на каждом из выделенных этапов, выделить физические явления и процессы, которые наиболее целесообразно использовать в качестве заданий для моделирования, и, наконец, оценить преимущества такой формы проведения НИРС студентами младших курсов технических вузов.

Анализ последних исследований и публикаций. Не смотря на то, что внедрение элементов НИР в учебно-воспитательный процесс вузов является одним из министерских требований, научных публикаций по этой тематике не много. На основе анализа работа таких ученых, как А. О. Адамьянц, А. С. Арзуханов, А. В. Баранов, Ю. А. Макаров М. И. Старовиков выделены следующие виды НИРС в вузе:

- *научно-исследовательская работа, встроенная в учебный процесс*, основной задачей которой является активизация процесса обучения по принципу «чем выше ступень, тем больше самостоятельной работы». Содержание данного вида научной работы – изучение литературы, подготовка рефератов, докладов, курсовых работ и проектов;
- *научные исследования, дополняющие учебный процесс*. Здесь основной задачей является выход за рамки программы обучения, индивидуализация процесса обучения, создание условий для обеспечения непрерывности обучения в магистратуре или аспирантуре. Содержание научной работы на этом этапе – олимпиады, конкурсы, научные конференции, семинары;
- *научные исследования, параллельные учебному процессу*. Основная задача – научная профессионализация студентов под руководством высококвалифицированных преподавателей и научных сотрудников, т.е. специализация, подготовка к конкретной области научной деятельности, выбор научного руководства. Содержание работы на этом этапе – участие в плановых научных исследованиях, выполняемым по госбюджетным и хозяйственным договорам, грантам [1].

Можно выделить следующие общие формы проведения НИРС в учебном процессе любого вуза:

1. Учебно-исследовательская работа (УИР), предусматриваемая учебными планами, в ряде вузов это курсовая научно-исследовательская работа (КНИР).

2. Включение элементов НИР в учебные занятия, задания, работы, предусмотренные учебными планами и программами.

3. Дипломные проекты и работы с исследовательскими разделами или целиком научно-исследовательского характера, в том числе реальные проектные коллективные комплексные или междисциплинарные работы.

4. Индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, выполняемые сверх учебных планов, в том числе такие, когда студент последовательно осваивает и углубляет постановку определенной проблемы под руководством одного преподавателя, специализируясь на его тематике в продолжение всего времени обучения в вузе.

5. Студенческие научные кружки при кафедрах.

6. Студенческие научно-исследовательские, конструкторские, проектные, технические, экономические и иные творческие объединения.

7. Привлечение студентов к выполнению госбюджетных, договорных НИР (по тематическим планам вузов, договорам с предприятиями различных организационно-правовых форм, целевым и иным научным программам, инновационным разработкам).

8. Привлечение студентов к работе в научно-исследовательских, проектных, исследовательских, экономических и других учреждениях Министерств и ведомств, предприятий и организаций.

Развитию основных форм НИРС способствуют проводимые на всех уровнях от кафедры до страны организационно-массовые мероприятия, такие как: научные семинары и конференции; конкурсы научных работ; олимпиады по дисциплинам и специальностям; смотры курсовых, дипломных, научно-исследовательских и иных работ [2, 3, 4].

Изложение основного материала. Традиционно изучение физики в вузе предполагает два вида работы студента: аудиторную и самостоятельную работу. При этом классическими аудиторными занятиями являются лекции, практические (семинарские) занятия и лабораторные работы.

В таблице представлена возможность реализации общих форм проведения НИРС в учебном процессе по физике.

Возможность реализации форм НИРС в учебном процессе по физике

Виды НИРС	Формы НИРС
научно-исследовательская работа, встроенная в учебный процесс	изучение литературы, подготовка рефератов, докладов с элементами научных исследований для ответов на практических и семинарских занятиях, выполнение лабораторных работ исследовательского характера
научные исследования, дополняющие учебный процесс	подготовка к олимпиадам, конкурсам, научным конференциям по физике
научные исследования, параллельные учебному процессу	индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, выполняемые сверх учебных планов, например, компьютерное моделирование физических явлений и процессов

Как видно из таблицы, при изучении физики возможна реализация различных форм НИРС. При этом творческие задания с элементами научных исследований при подготовке к практическим занятиям, выполнение плановой исследовательской лабораторной работы позволяет задействовать весь контингент обучаемых. Реализация же таких форм деятельности как подготовка к конкурсам, олимпиадам, научным конференциям, семинарам, участие в плановых научных исследованиях, индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, выполняемые сверх учебных планов, участие в студенческих научных кружках при кафедре задействуют ограниченное количество студентов, заинтересованных данной предметной областью. Однако именно эти формы являются наиболее ценными для формирования у студента умений и навыков исследовательской работы.

Большая популярность компьютерных и информационных технологий у современных студентов способна повысить интерес к изучению физики, если темы исследовательских работ будут предполагать использование компьютерных технологий. Повышение мотивации и интереса вызывает увеличение числа желающих участвовать в выполнении научно-исследовательских работ по физике.

Многие студенты младших курсов технических вузов на определённом уровне уже владеют языками программирования, включая иногда даже языки высокого уровня, например, Delphi, Visual Basic, C или C++. Наличие такого знания, как правило, обусловлено хорошо поставленным обучением информатике в школе, а также неподдельным интересом учащихся к компьютерным играм и мультимедийным возможностям представления информации.

Изначальная «продвинутость» студентов в области информатики позволяет при изучении физики организовать на младших курсах новую форму НИРС, которая повышает познавательный интерес к предмету. Речь идёт о компьютерном моделировании физических систем, процессов и явлений.

Можно выделить пять этапов компьютерного моделирования:

- постановка задачи, определение объекта моделирования;
- разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных актов взаимодействия;
- формализация, то есть переход к математической модели; создание алгоритма и написание программы;
- планирование и проведение компьютерных экспериментов;
- анализ и интерпретация результатов [2].

На первом этапе обучаемый получает полную систему основных ориентиров для своей деятельности в обобщённом виде от преподавателя – консультирующего. Участникам

исследований демонстрируются примеры компьютерных моделей физических процессов (лабораторные работы и демонстрации), разработанные студентами предыдущих потоков. Обсуждаются особенности реализации таких компьютерных проектов. В итоге закладываются основы мотивации к предстоящей деятельности [2]. Студенты, желающие принять участие в разработке подобных моделей, получают точную формулировку условий задачи с описанием входной и выходной информации. Входной информацией по задаче в данном случае является название физического явления, процесса, список литературных источников и интернет-ссылок для изучения физики явления, требования к выполняемым проектам, касающиеся организации интерфейса, необходимых визуальных окон и элементов управления, принципов визуализации информации и т.п. Выходная информация может быть представлена в виде таблиц или графиков.

На *втором и третьем* этапе работы студенты самостоятельно знакомятся с необходимыми темами раздела, выбирают и формируют соответствующие поставленной задаче физическую и математическую модели, выбирают метод решения модельных уравнений, продумывается алгоритм и особенности программной реализации виртуального проекта, делается эскиз окон интерфейса с учётом необходимого ввода данных и вывода графической информации. Одной из особенностей организации данной формы НИРС является то, что студентам предлагаются темы и задачи из разделов физики, освоение которых предполагается в текущем семестре. Готовый виртуальный проект должен представлять собой исполняемый файл.

На *четвертом этапе* разработанный проект подвергается тестовым испытаниям, сравниваются результаты компьютерного моделирования и реального эксперимента. Если тестирование оказывается успешным, то проводится виртуальный эксперимент.

На *пятом этапе* устанавливается соответствие физических закономерностей, полученных при проведении виртуального эксперимента реальным данным, проверяется корректность полученных данных.

Такая форма НИРС проводится на кафедре физики Донбасской государственной машиностроительной академии (г. Краматорск) с 2008 года. Ниже приведен примерный перечень явлений и процессов, предлагаемых студентам для реализации их в качестве компьютерных моделей при изучении разделов «Волновая оптика» и «Квантовая физика»:

1. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона. Исследование интерференционной картины в зависимости от толщины пленки, угла падения света.
2. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины. Исследование интерференционной картины в зависимости от угла наклона клина.
3. Дифракция Фраунгофера. Исследования положения максимумов и минимумов при падении параллельного пучка света на одну щель, две щели и дифракционную решетку.
4. Дифракционная решетка. Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки.
5. Определение разрешающей силы, угловой и линейной дисперсии света с помощью дифракционной решетки.
6. Моделирование электромагнитной волны.
7. Поляризация света. Изучение степени поляризации в зависимости от угла падения света при его попадании на диэлектрик (закон Брюстера).
8. Поляризация света. Закон Малюса. Исследования зависимости интенсивности света от угла падения.
9. Эффект Комптона. Исследование зависимости длины волны рассеянного излучения от угла падения.
10. Модель абсолютно черного тела. Проверка закона Стефана-Больцмана.
11. Давление света. Моделирование опыта Лебедева.
12. Давление света с точки зрения фотонной теории. Зависимость давления от количества падающих фотонов.

13. Волновые свойства микрочастиц. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Исследование поведения микрочастиц в зависимости от размеров препятствия.
14. Модель прохождения электроном одной щели, двух щелей и дифракционной решетки.
15. Модель атома водорода в квантово-механической теории.
16. Моделирование *p-n*-перехода. Работа транзистора.

Разработанные студентами компьютерные модели могут использоваться при чтении лекций и проведении практических занятий с использованием мультимедийных технологий, проведении имитационных лабораторных работ.

Сам же процесс разработки такой физической компьютерной модели позволяет: повысить мотивацию к изучению физических явлений и процессов, получить студенту навыки работы с большими объемами информации, углубленно изучить физику моделируемого явления, повысить уровень компьютерных знаний и умений, получить умения и навыки научно-исследовательской деятельности

Выводы. 1. В настоящее время НИРС является неотъемлемой частью учебно-воспитательного процесса в вузе. 2. НИРС возможна как во время аудиторных занятий со студентами, так и во время самостоятельного изучения дисциплин рабочего плана. 3. Включение элементов НИР в учебные занятия позволяет задействовать весь контингент обучаемых, однако наиболее интересными и эффективными формами, приближенными к профессиональным научным исследованиям, являются индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, выполняемые сверх учебных планов. 4. Одной из форм НИРС при изучении физики может быть разработка самими студентами компьютерных моделей, имитирующих физические процессы. Это позволяет: повысить мотивацию к изучению физики, формировать навыки самостоятельной работы с литературными источниками, учить студентов самостоятельно выбирать среду.

Перспективы дальнейших исследований. Дальнейшей задачей исследования является разработка критериев приобретенных умений и навыков научно-исследовательской работы студентов в результате создания ими компьютерных моделей.

Список использованных источников

1. Методическое и организационное обеспечение выполнения курсовых и дипломных работ [Электрон. ресурс] / А. О. Адамьянц, А. С. Арзуханов // Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса: 11-я Междунар. конф. "Крым 2004": Тр. конф. — М., 2004. — Режим доступа URL: <http://www.nbu.gov.ua/articles/crimea/2004/doc/149.pdf>.
2. Баранов А. В. Компьютерное моделирование как средство мотивации при обучении физике в техническом вузе / А. В. Баранов // Преподаватель высшей школы в XXI веке : труды 8-й науч.-практ. конф. - Ростов н/Д: Ростов. гос. ун-т путей сообщения, 2010. — Ч. 1. —С. 201–205.
3. Огородникова Е. И. Критерии перехода образовательных учреждений на новые формы обучения / Е.И. Огородникова. — М.: Педагогика, 1997.
4. Старовиков М. И. Формирование учебной исследовательской деятельности школьников в условиях информатизации процесса обучения (на материале курса физики): дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.02 / М. И. Старовиков. — Бийск, 2007. — 398 с.

Богданова Т.Л.

Компьютерное моделирование физических явлений как форма научно-исследовательской работы студентов технических вузов

Рассмотрены виды и формы научно-исследовательской деятельности студентов в техническом вузе. Показано, что одной из эффективных форм научно-исследовательской деятельности студентов может быть разработка компьютерных моделей, имитирующих

физические процессы. Предложена поэтапная технология выполнения НИРС по компьютерному моделированию физических процессов.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа студентов, вид научно-исследовательской деятельности студентов, компьютерное моделирование, физические процессы, явления, имитационные модели, поэтапная технология выполнения НИРС.

Богданова Т. Л.

Комп'ютерне моделювання фізичних явищ як форма науково-дослідної роботи студентів технічних ВНЗ

Розглянуто види і форми науково-дослідної діяльності студентів у технічному ВНЗ. Показано, що однією з ефективних форм науково-дослідної діяльності студентів може бути розробка комп'ютерних моделей, що імітують фізичні процеси. Запропонована поетапна технологія виконання НДРС із комп'ютерного моделювання фізичних процесів.

Ключові слова: науково-дослідна робота студентів, вид науково-дослідної діяльності студентів, комп'ютерне моделювання, фізичні процеси, явища, імітаційні моделі, поетапна технологія виконання НДРС.

T. Bogdanova

Computer Models of the Physical Effects as the Form of Student Research Work in Technical Universities

Here it is considered kinds and forms of student research activities in technical university. It is shown that one of effective forms of student research activities is working out the computer models, which are simulating physical processes. There are offered step-by-step technology of student research work on computer modeling of physical processes.

Key words: students' research work, kind of students' research activities, computer modelling, physical processes, phenomena, imitation models, step-by-step technology of conducting students' research work (SRW)

Стаття надійшла до редакції 06.01.2011 р.