



Н.С. Степанов, П.В. Казарин, Н.Ф. Услугин,
Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

Демонстрационные эксперименты на лекциях как способ повышения эффективности учебного процесса

(на примере курса общей физики)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАК ПРОБЛЕМА

Повышение эффективности различных форм учебного процесса и активизация соучастия в нем обучающихся – важнейшие проблемы педагогической науки. Год от года под воздействием развития науки и техники

ситуация только обостряется: в учебных планах вузов появляется все больше новых дисциплин, что ведет к сокращению учебного времени, выделяемого на фундаментальные науки. Кроме того, приходится признать и существенные изменения в образе мысли обучающейся молодежи, которые выражаются, в частности, в сни-

жении заинтересованности в усвоении фундаментальных знаний.

Многие видят выход из создавшегося положения в использовании новых педагогических технологий, в том числе мультимедийных [1, 2]. Признавая целесообразность их применения, авторы настоящей статьи в порядке полемики и обмена опытом решили

поделиться своими соображениями по затронутой теме на примере преподавания университетского курса физики.

таем, что при всей насыщенности многих вузов техническими средствами обучения успех лекционного препода-

дидактической точки зрения опыты по усмотрению лектора можно показывать как после изложения соответствующего материала – в качестве подтверждения теоретических выводов, – так и до этого – для создания проблемной ситуации. Заметим, что многие демонстрационные эксперименты не требуют сложной аппаратуры. Например, для показа классических опытов Фарадея, на которых базируется современная электродинамика, достаточно иметь простейший постоянный магнит и катушку (обмотку), подключенную к гальванометру. Сильное впечатление на студентов производят также опыты с токами Фуко, из-за которых резко затормаживается падение алюминиевого диска (немагнитного материала) между полюсами магнита [5]. В разделе «Механика» неизменно

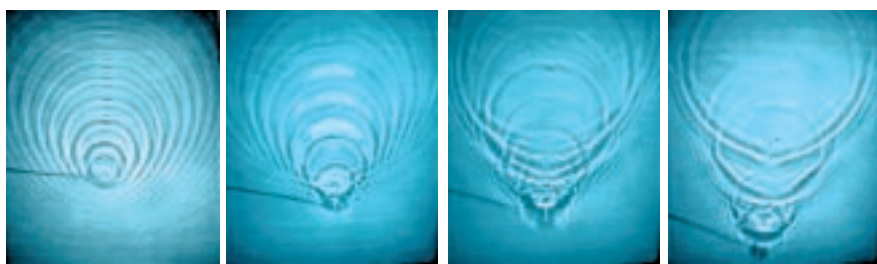


Рис. 1. Кадры звуковых режимов: а – дозвуковой; б – режим равенства скоростей; в, г – сверхзвуковой

Видимо, нет необходимости долго обосновывать важность этого курса не только для вузов и факультетов физического профиля, но и для биологических, инженерно-технических и даже экономических специальностей. Более того, как известно, в последние годы и на некоторых гуманитарных факультетах вузов читается курс «Концепции современного естествознания», где именно физике отводится центральное место.

Изучение физики в вузах, как правило, происходит по трем формам организации учебной деятельности: лекции, практические занятия и лабораторные работы. Подробнее остановимся на лекциях, так как, по нашему убеждению, им принадлежит основополагающая роль. При этом мы в основном разделяем высказанные О.М. Железняковой, Е.Ю. Ваниной, Н.А. Лентьевым [3, 4] соображения о многоплановых требованиях к лектору и счи-

вания определяет личность лектора. Никакой учебник – в том числе и электронный, предусматривающий интерактивное обучение, не может заменить лекцию и лектора.

НАТУРНЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ

Что касается конкретно лекций по физике, то главной мыслью, отстаиваемой авторами, является важное значение широкого использования на них демонстрационных опытов. Впрочем, этот тезис в литературе подчеркивался и раньше В.И. Ивероновой, Г.С. Гореликом, другими авторами, в том числе и нами [5, 6, 7].

Не приводя всех аргументов, отметим лишь, что удачные демонстрации резко повышают эффективность лекций и вызывают интерес аудитории, способствуют лучшему усвоению обсуждаемых физических законов и эффектов («лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»). При этом с

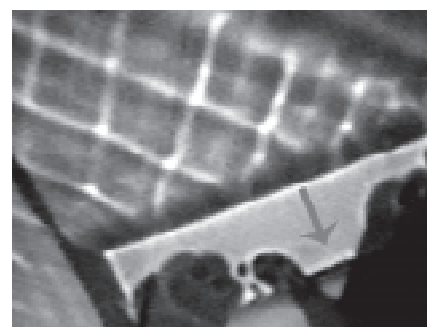


Рис. 2. Двойной эффект Доплера

большой эффект производят опыты с гироскопами, например в модели монорельсовой дороги – при достаточно быстром вращении гироскопа он сохраняет устойчивое положение, находясь выше точки опоры.

В литературе описано множество других интересных опытов, доступных для воспроизведения в обычных лекционных аудиториях. Вместе с тем следует подчеркнуть, что многие известные и полезные опыты могут быть существенно улучшены путем использования в них компьютеров и средств мультимедиа. Так, например, для демонстрации на лекциях волновых явлений часто используют хорошо известную волновую ванну. Теневая проекция процесса распространения волн по поверхности тонкого слоя жидкости хорошо воспринимается визуально и позволяет проиллюстрировать студентам многие положения волновой теории, законы излучения и дифракции и, в частности, эффект Доплера при движении источника [7]. Однако в описанных в литературе опытах [8], чтобы студенты успели



Николай Сергеевич Степанов

доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей физики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, заслуженный деятель науки Российской Федерации. Сфера научных интересов: радиофизика, лазерная физика, вопросы разработки современных демонстрационных экспериментов. Автор более двухсот научно-методических публикаций

Петр Васильевич Казарин

ассистент кафедры общей физики, заведующий лабораторией Центра физических демонстраций Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Сфера научных интересов: радиофизика, разработка и конструирование демонстрационных установок. Автор более пятидесяти научно-методических публикаций



Николай Федорович Уslugин

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики, руководитель Центра физических демонстраций Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Сфера научных интересов: радиофизика, оптическая и компьютерная обработка информации. Автор более пятидесяти научно-методических публикаций

внимательно рассмотреть картину распространяющихся волн, скорость этого движения приходится выбирать небольшую.

Не менее интересен случай сверх-

же установке можно продемонстрировать также так называемый двойной эффект Доплера — изменение длины волны при отражении от движущейся границы (рис. 2).

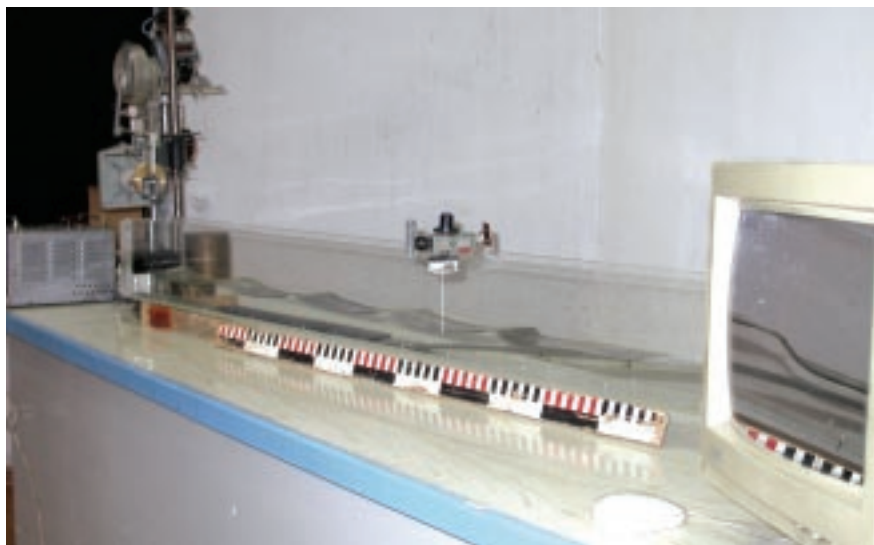


Рис. 3. Узкая кювета

звукового движения, когда скорость источника превышает скорость распространения поверхностных волн. Но

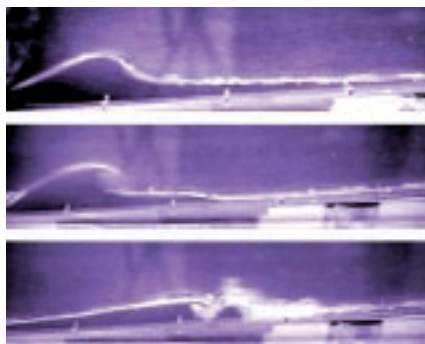


Рис. 4. Наложение волны на пологий берег

в стандартной волновой ванне с толщиной водяного слоя около 1 см поверхностные волны распространяются со скоростью не менее 28–30 см/сек, а при типичных размерах ванны пробег источника в ней занимает всего 1–2 см/сек. Поэтому этот процесс удобно записывать на видеокамеру и воспроизводить его в замедленном темпе или, при необходимости, в режиме стоп кадра. Для таких демонстраций нами разработана специальная установка в Центре физических демонстраций при Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского [9].

На рис. 1. приведены характерные кадры для дозвукового режима (а), режима равенства скоростей (б) и сверхзвукового (в, г) режима. На этой

Используя те же поверхностные волны можно показать и нелинейные явления, в частности трансформацию профиля волны по мере ее распространения [10]. Для этого мы использовали узкую кювету длиной около 170 см (фотография установки приведена на рис. 3). За изменением профиля волны можно наблюдать как визуально (в том числе и на просвет), так и с помощью видеокамеры. На рис. 4 показано несколько последовательных кадров набегания волны на пологий берег. Для более точного контроля предусмотрена электрическая регистрация колебаний поверхности воды в разных точках. А с помо-

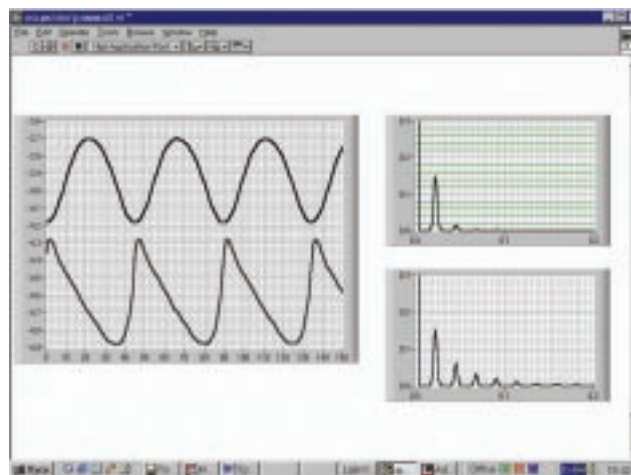


Рис. 5. Анализ спектрального состава колебаний поверхности воды в разных точках

щью компьютера при желании можно провести анализ спектрального состава этих колебаний (рис. 5).

Следует отметить, что многие известные и полезные демонстрации нуждаются в использовании довольно сложной (и, к сожалению, в наше время ставшей дефицитной) аппаратуры — электронных осциллографов, генераторов и анализаторов сигналов, лазеров и др. Зачастую эти приборы громоздки и плохо приспособлены для использования в лекционной аудитории. В связи с этим во многих вузах пошли по пути замены реальных, натуральных экспериментов их компьютерным моделированием. Несмотря на то что подобные компьютерные анимации внешне нередко производят хорошее впечатление, мы считаем, что подобный путь крайне нежелателен. Студенты, и не только физики, должны видеть реальный физический объект [11].

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Одним из возможных выходов из создавшегося положения можно считать применение технологии виртуальных приборов, которая может заменить целый ряд аналоговых и цифровых осциллографов, генераторов сигналов различной формы, анализаторов и пр. Опыт использования нами плат аналогово-цифровых преобразователей, предоставляемых компанией National Instruments™ [12], показал их высокую эффективность. Совместимая с персональным компьютером многофункциональная плата, встраиваемая в корпус, позволяет через монтажный блок ввода/вывода связать между собой реальные исследуемые объекты,

установки и другие приборы с виртуальными, программируемыми на том же персональном компьютере. Для создания, отладки последних и вывода результатов исследования нами применялась среда программирования LabVIEW [13].

В качестве примера приведем краткое описание еще одной разработанной нами демонстрации «Вынужденные колебания в нелинейном колебательном контуре» [9]. Нелинейные коле-

бательные и волновые процессы в различных средах и системах: оптических, гидродинамических и акустических, плазменных и других – интенсивно исследуются в последние десятилетия. Более того, качественно сходные математические модели оказываются применимыми и для био-

за сравнительной сложности этих разделов остро необходимы также соответствующие лекционные демонстрации. Данная установка позволяет продемонстрировать особенности поведения нелинейного контура, такие как: генерацию гармоник при квадратичной и кубической нелинейности, деформацию резонансной кривой и др.

Не рассматривая детально схему установки, важно подчеркнуть, что программная среда LabVIEW применительно к нашим задачам содержит целый комплекс виртуальных приборов, с помощью которых при желании можно автоматизировать эксперимент, получить более точную количественную информацию, провести ее обработку практически в режиме реального времени. Более того, компьютер, заменяя многочисленные приборы, необходимые для проведения опытов, делает всю установку более компактной и менее дорогой. Для сравнения на рис. 6

разии проявлений. На рис. 6 и 7 для сравнения приведены фотографии двух вариантов демонстрационной установки «Вынужденные колебания в



Рис. 7. Мультимедийная демонстрационная установка

нелинейном колебательном контуре» – классическая с реальными приборами и новая, в которой большинство измерительных приборов являются виртуальными.

Таким образом, использование компьютеров и мультимедийных технологий, в том числе виртуальных приборов различного назначения, открывает новые перспективы для разработки лекционных демонстраций. Но при этом, подчеркнем еще раз, эксперименты нужно проводить с реальными объектами, а комментировать ход этих экспериментов и его результаты должен сам лектор.



Рис. 6. Классическая установка

логических, экологических, а в определенной степени – даже для социально-экономических процессов. Вполне очевидно, что некоторые начальные идеи и эффекты из этой области должны найти отражение и в вузовских курсах общей физики. Из-

полностью электронного варианта обсуждаемой демонстрационной установки, а на рис. 7 – варианта этой же установки с использованием технологии «виртуальных» приборов. Важно, что при этом сам исследуемый объект остается реальным во всем многооб-

Литература

1. Кузнецова И.В. Информационные технологии в профессиональной подготовке специалиста // Высшее образование сегодня. 2007. № 7.
2. Семенова Н.Г. Мультимедийные курсы лекций в инженерно-техническом образовании // Информатика и образование. 2007. № 7.
3. Железнякова О.М. Изжила ли себя лекция в вузе? // Высшее образование сегодня. 2008. № 2.
4. Ванина Е.Ю., Леонтьев Н.А. Технологии мультимедиа в учебном процессе // Высшее образование сегодня. 2008. № 2.
5. Иверонова В.И. Лекционные демонстрации по физике. М., 1972.
6. Степанов Н.С., Егоров Г.С., Лебедев В.В. Лекционный эксперимент в университетском курсе общей физики – состояние, тенденции, проблемы // Физическое образование в вузах. Серия «Б». 1996. Т. 2. № 3.
7. Горелик Г.С. Колебания и волны. М., 1959.
8. Шахмаев Н.М. Демонстрационные опыты: колебания и волны. М., 1974.
9. Степанов Н.С., Казарин П.В., Услугин Н.Ф. Экспериментальные методы исследования колебательно-волновых процессов с использованием компьютерных технологий. (http://unn.ru/pages/aids_journals/)
10. Казарин П.В., Степанов Н.С., Услугин Н.Ф. Лекционные опыты по демонстрации нелинейных эффектов с волнами на воде // Физическое образование в вузах. 2005. Т. 11. № 1.
11. Талалов С.В., Панферов А.А., Потемкина С.Н. Физическое образование: структура лаборатории и новые формы работы студента // Высшее образование сегодня. 2007. № 9.
12. Степанов Н.С., Илютин В.Н., Казарин П.В., Услугин Н.Ф. Опыт применения технологий NI при постановке демонстрационных экспериментов по курсу общей физики // Материалы международной науч.-практической конф. Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии NI. М., 2005.
13. LabVIEW DAQ VI Reference for Windows / National Instruments Corp. 1994.