

Информационные технологии и электронные образовательные ресурсы для учителя физики

Кавтрев А.Ф.

В последнее время всё большее внимание уделяется дополнению традиционной системы образования последними достижениями в области информационных технологий. Компьютеризация образовательных учреждений способствует широкому внедрению образовательных электронных ресурсов (ОЭР) и Интернет-технологий в учебный процесс.

Когда же следует использовать Интернет-технологии и ОЭР на уроках физики? Отметим, что применение Интернет-технологий и ОЭР в образовании оправданно только в тех случаях, в которых они дают существенное преимущество по сравнению с традиционными формами обучения.

Прежде всего, это организация индивидуального и дифференцированного обучения учащихся. Использование виртуальных лабораторий, компьютерных моделей и апплетов для организации исследовательской деятельности учащихся. Вовлечение учащихся в проектную деятельность с использованием сети Интернет. Об организации всех этих видов деятельности школьников будет подробно говориться в следующих публикациях.

Здесь же мы только кратко ответим на вопрос: «Каким образом можно использовать Интернет-технологии и электронные ресурсы на уроках?». На уроках физики с использованием информационных технологий учитель может следующее:

- организовать индивидуальное интерактивное обучение учащихся;
- использовать электронные ресурсы, особенно анимации, апплеты компьютерные модели и виртуальные лаборатории, для демонстраций;
- проводить компьютерные лабораторные работы с использованием компьютерных моделей или виртуальных лабораторий;
- организовать исследовательскую и проектную деятельность учащихся;
- проводить контроль знаний учащихся с использованием компьютерных программ или технологий дистанционного обучения.

Классификация образовательных электронных ресурсов (ОЭР)

В настоящее время количество выпущенных различными компаниями компакт-дисков, которые предназначены для изучения физики, исчисляется десятками (более 50). Кроме того, существует множество компьютерных программ, разработанных отдельными энтузиастами, многие из которых можно скачать из сети Интернет. Существуют также многочисленные сайты, на страницах которых размещены материалы, адресованные как учителям физики, так и учащимся.

Одним словом, электронных ресурсов по физике уже очень много и, конечно, их необходимо классифицировать. Ниже мы приводим примерную классификацию и наиболее характерные примеры ресурсов каждого вида.

1. Виртуальные уроки или обучающие ОЭР. Обучающие электронные ресурсы предназначены для ознакомления учащихся с изучаемым материалом, для формирования основных понятий, для отработки умений и навыков путём их активного применения в различных учебных ситуациях, а также для самоконтроля и контроля приобретённых знаний.

Наиболее удачным примером обучающей программы по физике является «Активная физика», разработанная группой PiLogic (БГПУ), г. Минск (www.cacedu.unibel.by или <http://www.in-formika.ru/text/inftech/edu/physics/>).

Для учебного процесса и домашних занятий можно рекомендовать мультимедиа курс «Открытая физика 2.5», разработанный компанией «ФИЗИКОН» (<http://physicon.ru/>)

products/products1a.html).

Для самостоятельной работы можно посоветовать учащимся репетитор «Курс физики XXI века» компании МедиаХауз, автор Л.Я. Боровский (<http://www.mediahouse.ru/products/kf21/kf21.htm>).

Для слабых учащихся, возможно, подойдет «Виртуальная школа Кирилла и Мефодия» (<http://vschool.km.ru/education.asp?subj=2>) или «Уроки Кирилла и Мефодия» на компакт-дисках.

2. Демонстрационные ОЭР. Демонстрационные ресурсы позволяют показать на экране компьютера или телевизора, а при использовании мультимедиа проектора, и на большом экране результаты компьютерного моделирования физических явлений и опытов, а также видеозаписи или анимации экспериментов и явлений.

Для динамических демонстраций различных экспериментов очень удобно использовать компакт-диски компании «ФИЗИКОН», такие как «Физика в картинках» (), «Открытая физика 1.1» (<http://physicon.ru/products/products21.html>) и другие.

Замечательные анимации ряда экспериментов представлены на сайте «Физика в анимациях» и одноименном компакт-диске (<http://physics.nad.ru/physics.htm>).

Разумеется, многие электронные ресурсы других видов можно также частично использовать и для демонстраций.

3. Контролирующие ОЭР. Эти ресурсы позволяют учителю проводить текущий и итоговый контроль знаний и умений, приобретённых учащимися в процессе обучения. Как правило, это интерактивные вопросы с выбором ответа или электронные тесты. Приведём ряд примеров:

- компакт-диск с тестами по всему школьному курсу: «Физика для школьников и абитуриентов», СПбГИТМО;
- компакт-диск «Сдаём единый экзамен 2002»;
- трёхуровневые тесты на сайте «Открытый колледж» (<http://www.college.ru/physics/>);
- «Образовательный сервер тестирования» (<http://rostest.runnet.ru/>).

4. Электронные энциклопедии. К таким ОЭР можно отнести следующие компакт-диски и Интернет-ресурсы:

- энциклопедию науки и техники «От плуга до лазера» (www.mammoth.net), выпущенную на компакт-диске компанией «Новый диск» (www.nd.ru);
- игровую энциклопедию «Физикус», изданную компанией «МедиаХауз» на двух компакт-дисках (<http://www.mediahouse.ru/products/fizik/fiz.htm>);
- Интернет-энциклопедию «Рубрикон» (<http://www.rubricon.ru>);
- «Универсальную электронную энциклопедию Кирилла и Мефодия», которая регулярно выпускается на компакт-дисках и представлена на портале КМ ();
- энциклопедию «Мир вокруг нас» (http://mega.km.ru/bes_98/index.asp).

5. Мультимедиа лекции. Это лекции, в которых синхронно с дикторским текстом на экране компьютера появляются: текст, в виде бегущей строки, основные формулы, графики, а также трёхмерные компьютерные анимации, видеофрагменты и фрагменты мультфильмов. Разрабатывает этот уникальный и очень зрелищный жанр ТПО «Северный очаг», г. Санкт-Петербург (<http://www.umsolver.com/rus/phys.htm?142002>).

6. Компьютерные модели или апплеты. Указанные ресурсы позволяют учащимся наблюдать на экране компьютера имитацию сложных и опасных процессов, например: работу ядерного реактора или лазерной установки, различные виды колебаний и волновых явлений, движение частиц в электрических и магнитных полях и т.д. Самое главное заклю-

чается в том, что учащиеся могут управлять указанными процессами, изменяя соответствующие параметры модели.

Компьютерные модели, разработанные компанией «ФИЗИКОН», можно найти на многочисленных компакт-дисках, выпущенных этой компанией.

Апплеты ФИЗИКОНа представлены на сайте «Открытый колледж» (http://www.college.ru/physics/applets/a_content.htm).

Java-апплеты (<http://www.informika.ru/text/inftech/edu/edujava/physics/>).

7. Виртуальные лаборатории и конструкторы. Данные ресурсы представляют собой лаборатории, которые позволяют собирать на экране компьютера различные экспериментальные установки и проводить многочисленные эксперименты и исследования с использованием этих установок. Наиболее интересными примерами таких лабораторий в сети Интернет являются:

- «Online лаборатория по физике» на сайте «Открытого колледжа» (<http://www.college.ru/laboratory/MainMenu.php3>);

- виртуальный конструктор цепей постоянного тока «Сборка» (<http://shadrinsk.zaurl.ru/~sda/project1/index.html>);

- виртуальный конструктор «Начала электроники» (<http://www.elektronika.newmail.ru/>).

8. Виртуальные лабораторные работы. Достаточно часто разработчики называют свои электронные ресурсы лабораторными работами. При этом они имеют в виду, что эти программы имитируют лабораторные работы, которые обычно выполняются на уроках с использованием традиционного оборудования. Наиболее яркий пример: дистанционный лабораторный практикум по курсу физики средней школы на сайте СПбИТМО (<http://phdep.ifmo.ru/labor/common/>).

9. Электронные задачки или пакеты задач. Целью данных ресурсов является обучение учащихся решению задач. Эти программы могут содержать задачи различного уровня сложности, справочные материалы, подсказки, а также полные решения задач. В качестве примеров приведем:

- компакт-диск «Видеозадачник по физике» Казанского государственного университета,

- компакт-диск «Решебник по физике 7–11», выпущенный ООО «Мультимедиа Технологии и Дистанционное Обучение» (<http://mmtech.ru>).

10. Электронные дидактические материалы. Это электронные базы данных или другие сборники материалов для учителей, которые содержат задачи, упражнения, контрольные работы, тесты, справочные таблицы, рисунки, графики и т. д. Такие ресурсы позволяют учителю легко и быстро подготовить и распечатать материалы к уроку. В качестве примеров таких ресурсов приведем:

- компакт-диск с подборкой материалов для учителя, собранных заведующим кабинетом физики Санкт-Петербургского университета педагогического мастерства В.Е. Фрадкимым (<http://www.edu.delfa.net:8101/CONSP/consp.html>);

- компакт-диск «Физика для углублённого изучения» компании «Delta-ММ», на котором представлены полные тексты ряда известных задачников и пособий.

Огромное количество дидактических материалов можно также найти в сети Интернет на многочисленных сайтах.

Разумеется, приведённая классификация является достаточно условной, так как многие ОЭР включают в себя элементы двух или более видов ресурсов. Тем не менее, эта классификация полезна тем, что помогает учителю понять, как оптимально и эффективно использовать тот или иной ресурс.

С другими видами классификации ОЭР, которые предлагаются В.Е. Фрадкиным, можно познакомиться по адресу: <http://www.edu.delfa.net:8101/cabinet/stat/fsso.html#psi>

Использование компьютерных программ и компакт-дисков в различных формах работы с учащимися

Использование компьютерных программ и компакт-дисков позволяет решить задачу индивидуализации и дифференциации процесса обучения, способствует развитию интереса учащихся к предмету, а также повышает активность учащихся на уроках и эффективность учебного процесса в целом.

Ниже мы дадим ответы на следующие вопросы: «Какие компакт-диски целесообразно использовать для организации демонстраций при объяснении нового материала? Какие программы и диски подходят для индивидуальной работы учащихся в компьютерном классе? Какие материалы можно рекомендовать учащимся для домашней работы?».

Обзор компакт-дисков и компьютерных программ

Компакт-диски по физике

Независимо от наличия в школе подключения к сети Интернет, учителю физики, безусловно, необходимо иметь в своём арсенале компакт-диски. На момент написания данной публикации, по нашим подсчётам, различными фирмами выпущено уже более 50 компакт-дисков по физике, готовятся к выпуску новые разработки. Дадим краткий обзор этих ресурсов.

Мультимедиа курсы компании «ФИЗИКОН»

К настоящему времени компания «ФИЗИКОН» (МФТИ, г. Долгопрудный — <http://www.physicon.ru/>) выпустила несколько компьютерных курсов по физике на 8 компакт-дисках:

- «Физика в картинках» (1995 г.);
- «Физика на вашем РС» (1996 г.), который также содержит курс «Физика в картинках 6.2»;
- «Открытая Физика 1.0» в двух частях (1996–1997 г.);
- «Открытая Физика 2.0, часть I» (2000 г.);
- «Открытая Физика 1.1» (2001 г.);
- «Открытая Физика 2.5» в двух частях (2002 г.);

К моменту написания данной брошюры компания «ФИЗИКОН» закончила работу над новым мультимедиа курсом «Физика 7–11 классы».

Основная отличительная особенность компьютерных курсов ФИЗИКОНа заключается в том, что они построены с использованием компьютерных моделей — оригинальных и уникальных разработок компании. Отметим, что компьютерные модели предоставляют пользователю возможность изменять начальные условия экспериментов и самостоятельно ставить различные виртуальные опыты. Такая интерактивность открывает перед учащимися огромные познавательные возможности, делая их не только наблюдателями, но и активными участниками проводимых экспериментов.

По мере выхода новых курсов количество моделей в них возрастает: от 59 в курсе «Физика в картинках» до 100 в курсе «Открытая Физика 2.5». Расширяются также функциональные возможности моделей и диапазоны регулировки их параметров, что существенно увеличивает возможности проведения различных экспериментов. Разумеется, возрастают и технические требования к аппаратному и программному обеспечению, которое необходимо для работы с компьютерными курсами ФИЗИКОНа. Если для работы с курсом «Физика в картинках» подойдёт даже 486 компьютер с операционной системой DOS, то для работы с «Открытой Физикой 2.5» потребуется как минимум Пентиум 150 и, соответственно, Windows 95/98/ME/NT/2000, а также MS Internet Explorer версии не ниже

5.0.

Заметим, что в ряде случаев целесообразно использовать более ранние курсы. Например, для демонстраций больше подходит курс «Физика в картинках», так как его компьютерные модели выполнены более красочно, чем в последующих курсах, и, самое главное — окна моделей «Физики в картинках» занимают весь экран монитора. В следующих курсах «Открытая Физика 1.0» и «Открытая Физика 1.1», к сожалению, окна моделей разворачиваются лишь на четверть экрана. Зато эти курсы позволяют одновременно открывать окна двух и более моделей и одновременно проводить в них эксперименты. Это чрезвычайно удобно для постановки сравнительных экспериментов. Например, можно сравнить изотермический и адиабатный процессы или — построение изображений линзами и сферическими зеркалами. По указанным причинам курсы «Открытая Физика 1.0» и «Открытая Физика 1.1» более целесообразно использовать для организации индивидуальной работы учащихся в компьютерном классе.

Курс «Открытая Физика 2.0», часть I также больше подходит для индивидуальной работы учащихся. Особо следует отметить, что он содержит объёмный учебник, 12 интерактивных компьютерных лабораторных работ, множество интерактивных тестов, а также задачи для самостоятельной работы, причём часть задач снабжена подробными решениями. Этот курс содержит также индивидуальный журнал успеваемости учащегося, который позволяет контролировать процесс выполнения им заданий.

Мультимедиа курс «Открытая Физика 2.5», помимо указанных преимуществ курса «Открытая Физика 2.0», содержит инструмент «Лупа», который позволяет увеличивать окна компьютерных моделей и размер иллюстраций электронного учебника, что очень важно для демонстраций. Кроме того, этот курс содержит такую новую разработку как сетевой журнал. После того, как школа приобретет дополнительный компакт диск с сетевым журналом, у учителя появится возможность установить курс «Открытая Физика 2.5» в сетевом варианте и контролировать процесс выполнения работы всеми учащимися, т.е. видеть на своём компьютере результаты их ответов на вопросы. Таким образом, курс «Открытая Физика 2.5» прекрасно подходит как для организации демонстраций при объяснении материала, так и для индивидуальной работы учащихся, в том числе и домашней.

Хочется особо обратить ваше внимание на следующий отрядный факт: непосредственно на компакт-дисках с курсом «Открытая Физика 2.5» расположены методические материалы для учителей. К сожалению, непосредственно из курса физики их открыть нельзя. Для того чтобы открыть методические материалы, необходимо нажать кнопку «Пуск» на панели задач (в левом нижнем углу экрана компьютера) и далее выбрать: «Программы / Программы Физикона / Открытая Физика 2.5 / Методические пособия для учителей». Среди этих материалов вы найдете:

- методические рекомендаций для учителей по организации работы учащихся с компьютерными моделями, а также по конструированию уроков и компьютерных лабораторных работ;
- примеры практических заданий и бланков лабораторных работ для ряда компьютерных моделей;
- календарное и поурочное планирование для 7–11 классов, а также тексты контрольных работ;
- «Интернет — учителю физики» — обзор наиболее ценных ресурсов.

Отметим, что ряд удачных моделей, которые присутствуют в курсе «Физика в картинках», к сожалению, не вошли в последующие курсы. Например, «Конструктор резисторов», «Конструктор конденсаторов», «Линза как оптический прибор», «Скорость света. Опыт Майкельсона» и еще несколько моделей. Кроме того, курс «Физика в картинках» отлично работает в сетевом варианте. Последующие курсы также можно использовать в сетевом варианте, но для этого вам будет необходимо приобрести специальную сетевую программу, которая распространяется за дополнительную плату.

Компанией «ФИЗИКОН» выпущены также компакт-диски «Открытая Астрономия 2.5» и «Открытая Химия 2.5». Значительную часть материалов, расположенных на этих дисках, можно также использовать и на уроках физики.

Мультимедиа энциклопедия науки и техники «От плуга до лазера 2.0»

Компания «Новый диск» (Москва — www.nd.ru) выпустила на компакт-диске интерактивную мультимедиа энциклопедию науки и техники «От плуга до лазера». Это русская версия энциклопедии «The Way Things Work», которая является одним из самых успешных изданий компании «Дорлинг Киндерсли».

Данная энциклопедия позволяет учащимся познакомиться с историей технического прогресса, основными научными понятиями, а также принципами работы более 150 различных устройств и механизмов. Она содержит 300 анимационных фрагментов, 27 видеофрагментов, 22 мультфильма, 400 страниц текста, 1000 иллюстраций, 1500 экранов.

Гидами по энциклопедии являются её автор Дэвид Маколи и его помощник *Мохнатый Мамонт*.

Энциклопедия «От плуга до лазера» раскрывает перед учащимися дверь в многообразный мир техники. Принципы действия каждого устройства объясняются с помощью наглядных анимаций. Переходя от одного узла к другому, можно разобраться в работе самых сложных механизмов — от тех, которые были изобретены много веков назад, до новейших достижений технического прогресса. В энциклопедии есть «Книга изобретателей», в которой приведены краткие сведения об учёных, изобретателях и их разработках.

Отметим, что энциклопедия снабжена удобной системой поиска информации, как на основе научных понятий, так и на основе алфавитного каталога и хронологической шкалы. Кроме того, энциклопедия имеет выход в Интернет на страницы клуба юных любителей техники (<http://www.nd.ru/dk>), которые расположены на сайте компании «Новый диск» или на сайте: mammoth.net. На этих страницах можно принять участие в ряде конкурсов, в том числе и на лучшее изобретение месяца.

Безусловно, данная энциклопедия совершенно необходима в кабинете физики, так как позволяет учителю продемонстрировать множество приборов и механизмов, которые изучаются в курсе физики. Например: рычаг и устройства на его основе, четырёхтактный двигатель и другие узлы автомобиля, микрофон и динамик, радиолокационная станция, радиотелескоп, фотоаппарат, лазер и другие.

Вносят оживление на уроках и просмотры мультимедиа с участием *Мохнатого Мамонта*. В основу сюжетов всех мультфильмов заложены физические явления, поэтому обсуждение приключений Мамонта позволяет лишний раз показать учащимся пользу от знания законов физики.

Отметим, что энциклопедию «От плуга до лазера» можно также использовать и для организации проектной деятельности учащихся. Энциклопедия позволяет провести ряд исследований и сделать обзоры технических устройств. Например:

- История и развитие искусственных источников света — от свечи до лазера;
- Развитие средств связи;
- Где и как используются линзы?

Компьютерные фильмы-лекции ТПО «Северный очаг»

Фирма «Северный очаг» (Санкт-Петербург — <http://www.umsolver.com/rus/phys.htm> 142002)) разработала мультимедиа фильмы-лекции по механике. Компьютерная мультимедиа лекция — это новый жанр, в котором в максимальном объёме используются уникальные возможности современного персонального компьютера. По ходу лекции на экране синхронно с дикторским текстом появляются: текст в виде бегущей строки; основные формулы и графики; трёхмерные компьютерные анимации; фрагменты мультфильмов и

видеофрагменты. Лекцию для более детального знакомства можно прервать, перечитать текст, просмотреть в любой последовательности анимации и видео. При необходимости можно многократно прослушать и просмотреть любой фрагмент лекции.

Продолжительность каждой лекции составляет от 20 до 40 минут, поэтому детально познакомиться с материалом лекции за один раз достаточно сложно. По этой причине все лекции предваряются кратким содержанием, которое позволяет мгновенно перенестись в любую её часть. В конце каждой лекции приводятся основные выводы, которые также позволяют перейти к любой части лекции, если её необходимо просмотреть и прослушать повторно. Указанная система навигации позволяет учителю моментально найти нужные фрагменты лекции и показать их на уроке. Лекции очень удобно использовать в демонстрационном режиме, а также можно рекомендовать учащимся для самостоятельной домашней проработки.

С сайта ТПО «Северный Очаг» можно скачать демонстрационный фрагмент лекции (по теме: «Сила упругости») длительностью 25 сек. На сайте можно также оформить заказ на компакт-диски.

Виртуальные уроки физики «Кирилл и Мефодия»

Фирма «Кирилл и Мефодий» (Москва — www.km.ru) выпустила уроки физики (для учащихся с 5 по 11 класс) на 5 компакт-дисках. Диски в значительной мере дублируют уроки «Виртуальной школы КМ», о которой уже говорилось в разделе, посвящённом урокам физики в режиме on-line. Уроки КМ содержат материал в соответствии с основными темами курса физики, имеют звуковое сопровождение, контрольные вопросы и задачи. Из окна урока можно вызвать справочник, содержащий основные понятия, константы и единицы измерения.

По мнению многих учителей в «Уроках физики «Кирилл и Мефодия» глубина изложения теории недостаточна, встречаются неточности и ошибки. Недостаточно в этих уроках и контрольных вопросов и задач. Поэтому на этапе прохождения нового материала использование этих уроков вызывает сомнение. Тем не менее, некоторые учителя предлагают использовать уроки «Кирилл и Мефодия» для организации индивидуальной работы учащихся в компьютерном классе на этапах повторения и закрепления знаний.

Компакт-диски других разработчиков

В данном курсе невозможно рассказать обо всех компакт-дисках, поэтому просто перечислим ещё ряд дисков, которые также целесообразно использовать при изучении физики:

- «Видеозадачник по физике», авторы: А.И. Фишман, А.И. Скворцов, Р.В. Даминов, Казанский государственный университет;
- «Курс физики XXI века», автор Л.Я. Боровский, компания «МедиаХауз», г. Москва (www.mediahouse.ru);
- «Курс физики. Механика», автор Л.Я. Боровский, компания «МедиаХауз», г. Москва (www.mediahouse.ru);
- анимированная игровая энциклопедия «Физикус» (на двух компакт-дисках), компания «МедиаХауз», г. Москва (www.mediahouse.ru);
- «Анимации по физике», компания Силтек, г. Москва ([http://physics.nad.ru/Physics / Cyrillic/index.htm](http://physics.nad.ru/Physics/Cyrillic/index.htm));
- Мультимедиа лекция с видеофрагментами «Гравитация: развитие взглядов от Эйнштейна до Ньютона», СПбГУ, г. Санкт-Петербург (www.spin.nw.ru);
- Виртуальная оптическая лаборатория «Дифракция», фирма «Генезис знаний», г. Самара (<http://www.kg.ru/Demo/Optic.stm>).

Более подробную информацию о ряде компакт-дисков, включающую аннотации, подробное содержание и технические условия их эксплуатации, можно найти на страни-

цах СОМа в рубрике: «Физика / Кавтрев. Каталог Интернет-ресурсов и обзор CD-ROM» (<http://center.fio.ru/som/items.asp?id=10000936>). Информацию о дисках, выпущенных в 2002 году и позже, можно найти на страницах Федерального естественнонаучного портала (<http://en.edu.ru>) в рубрике «Учебные CD». Указанная информация поможет вам выбрать оптимальный компакт-диск с учётом ваших интересов и целей, а также ваших технических условий.

Компакт-диски для массовой школы

К настоящему времени Министерством образования в 31 тысячу сельских школ России направлены компакт-диски «Открытая физика 1.1» компании «ФИЗИКОН» и «От плуга до лазера» компании «Новый диск». Проверьте, пожалуйста, возможно, эти диски есть и в вашей школе. Эти диски проще всего использовать в демонстрационном варианте.

Надеемся, что в 2003–2004 учебном году в школы поступит мультимедиа курс «Физика 7–11 классы» компании «ФИЗИКОН». Апробация этого курса успешно прошла в ряде школ Москвы и Санкт-Петербурга в ноябре 2003 г. и он был рекомендован к тиражированию и распространению.

Обучающая программа «Активная физика». Разработчик Pi-Logic Research Group (БГПУ г. Минск) — www.cacedu.unibel.by

На сегодняшний день единственной обучающей программой, которая максимально приспособлена к учебному процессу в школе, является «Активная физика». Разработана эта программа достаточно давно под DOS, но работает и в операционной среде Windows, вплоть до последних версий (Windows XP). Поэтому она может использоваться на любых IBM совместимых компьютерах, начиная с 486 серии.

«Активная физика». предназначена для формирования основных физических понятий, а также умений и навыков решения задач. База заданий «Активной физики» содержит около 600 заданий, содержание и сложность которых соответствует учебным программам для учащихся 7–10 классов. Программа позволяет реализовать 3 режима обучения и 2 режима контроля полученных знаний. Типовой сценарий урока рассчитан на работу учащегося в течение 15–30 минут и содержит 10–15 заданий. Программа «Активная физика» анализирует работу учащихся, выставляет отметки, ведёт журнал успеваемости, а также выдаёт рекомендации по дальнейшему обучению. Особо следует отметить, что «Активная физика» позволяет учителю самостоятельно формировать уроки, путем выбора соответствующих заданий из её базы.

Демо-версия программы «Активная физика» расположена на сайте разработчиков по адресу: <http://www.cacedu.unibel.by/partner/bspu/pilogic/map.htm>, а также по адресу: <http://www.informika.ru/text/inftech/edu/physics/>. На страницах сайта разработчиков приведены многочисленные публикации, посвящённые использованию программы «Активная физика» в учебном процессе. Отметим, что демоверсия содержит семь полноценных уроков, которые вполне позволяют оценить возможности данной обучающей программы.

Методика использования обучающих программ на уроках

Методика использования обучающих программ на уроках сравнительно проста, если их авторы позаботились о том, чтобы разбить материал по темам, соответствующим темам школьной программы, сформулировали задания, необходимые для отработки соответствующих тем, и обеспечили высокую интерактивность этих заданий. На сегодняшний день в качестве обучающих программ для учебного процесса, по нашему мнению, можно рекомендовать следующие ОЭР:

- компьютерную обучающую программу «Активная физика», разработка Pi-Logic Research Group, БГПУ, г. Минск (www.cacedu.unibel.by);

- компьютерный мультимедиа курс «Открытая Физика 2.5» в двух частях, компания ООО «ФИЗИКОН», МФТИ, г. Долгопрудный (<http://www.physicon.ru>);
- компакт-диски «Уроки физики Кирилла и Мефодия», Москва (www.km.ru).

Ниже мы рассмотрим методические особенности использования компьютерной программы «Активная физика» и курса «Открытая Физика 2.5». Об опыте использования уроков «Кирилла и Мефодия» вы можете прочитать в статье Н.Ф. Леонова во втором выпуске электронного журнала «Вопросы Интернет-образования» http://center.fio.ru/vio/vio_02/cd_site/Articles/Art_1_17.htm).

Методические особенности использования программы «Активная физика»

Применение программы «Активная физика» в условиях классно-урочной системы (речь идет об индивидуальной работе учащихся в компьютерном классе) позволяет учителю организовать активную индивидуальную работу всех учащихся. При этом, как показывает опыт использующих данную программу учителей, объём заданий, выполненных учащимися за урок, возрастает в 2–3 раза по сравнению с традиционными методами обучения. Разумеется, учителю, особенно на первых порах, необходимо консультировать учащихся, отвечать на их вопросы, а слабым учащимся давать пояснения и помогать при выполнении наиболее сложных заданий.

Важной особенностью «Активной физики» является поддержка модели «развивающего обучения», так как программа содержит значительное количество поисковых, исследовательских и проблемных заданий. При выполнении этих заданий понятия, умения и навыки формируются у школьников в результате активных действий. Развитию самостоятельности учащихся способствует постоянная необходимость выбора тактики выполнения заданий: выбор необходимых данных для решения ряда расчётных задач, выполнение промежуточных построений при решении графических задач, а также выбор режима пояснений.

Программа «Активная физика» позволяет организовать дифференциацию обучения. Например, слабым учащимся имеет смысл предложить начать прохождение темы урока с режима «Знакомство», затем перейти к отработке знаний в режиме «Тренировка» и лишь затем перейти к контрольному режиму «Зачёт». Сильным учащимся можно сразу рекомендовать режим «Тренировка», после которого они могут перейти к контрольному режиму «Экзамен». Для быстрого повторения материала в программе предусмотрен режим «Закрепление», в котором учащийся может пропустить задания, которые для него слишком просты.

Особо следует отметить, что оболочка программы позволяет изменять содержание уроков. Учитель может изменять последовательность заданий в рамках любой темы, удалять задания, содержание которых его не устраивает, или составлять собственные уроки на основе заданий, представленных в электронной базе «Активной физики». Например, после прохождения раздела «Кинематика» имеет смысл предложить учащимся урок обобщения и повторения, в который можно включить наиболее важные задания из пяти тем, представленных в этом разделе. В конце полугодия или года стоит предложить учащимся обобщающий урок, в который можно включить задания из всех пройденных тем. Такие обобщающие уроки учитель может сформировать самостоятельно по своему усмотрению. Более того, программа позволяет формировать для учащихся индивидуальные уроки.

Демоверсия программы, которую можно скачать из Сети, содержит семь уроков, в каждом из которых 5–8 полноценных заданий для учащихся 7–10 классов. Эти уроки можно просмотреть, чтобы понять основные особенности данной разработки. Кроме того, демоверсию вполне можно использовать для проведения пробных уроков.

Отметим, что полная версия «Активной физики» позволяет внести в электронную базу списки учащихся и вести журнал успеваемости.

Методические рекомендации по использованию мультимедиа курсов «Открытая Физика 2.0» и «Открытая Физика 2.5»

Краткая характеристика курсов «Открытая Физика 2.x»

Прежде всего, отметим, что компанией «ФИЗИКОН» выпущена только первая часть курса «Открытая Физика 2.0», которая содержит три раздела: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Колебания и волны». Курс «Открытая Физика 2.5, части I и II», выпущенный на двух компакт-дисках в 2002 г. содержит все разделы физики, изучаемые в школе.

Каждая тема, излагаемая в указанных курсах, сопровождается подборкой из 2–3-х задач с подробными решениями и 3–4-х задач, предназначенных для самостоятельной проработки. В курсы включены задачи различной трудности — от очень простых «одноходовых» задач до задач повышенной трудности. В курсы также включено значительное количество интерактивных контрольных вопросов с выбором ответа (5–7 к каждому параграфу). Эти задачи и вопросы можно предлагать учащимся для самостоятельной работы в обучающем режиме. Отметим, что результаты их работы, при выполнении интерактивных заданий, автоматически заносятся в журнал успеваемости в виде количества выполненных задач и вопросов, а также процентов их правильного выполнения. В конце урока, посмотрев в этом журнале результаты работы учеников, вы сможете выставить им заслуженные отметки.

Новинкой данных курсов являются интерактивные лабораторные работы, базирующиеся на компьютерных моделях. Курс «Открытая Физика 2.0» содержит 12 работ, а «Открытая Физика 2.5» — 12 работ в первой части и 14 работ во второй. Каждая лабораторная работа состоит из 5–7 вопросов с выбором ответа и 5–6 расчетных задач. Задания к лабораторным работам сформулированы таким образом, что учащийся сначала должен дать ответ на поставленный вопрос или решить задачу, а затем проверить правильность полученного результата, выполнив компьютерный эксперимент. Эти лабораторные работы вы можете предложить учащимся для самостоятельной проработки в компьютерном классе или в качестве домашнего задания.

Как начинать работать с компьютерными курсами «Открытая Физика 2.x»

Лучше всего начинать работать с компьютерным курсом «Открытая Физика 2.x» с одним или двумя учениками в индивидуальном режиме. Можно также попробовать использовать этот курс при работе с небольшой группой учащихся в рамках факультативных занятий. Это наиболее мягкие режимы, которые позволят вам подробно познакомиться с компьютерным курсом, а также понять основные сложности, связанные с использованием компьютерных моделей в преподавании.

После того, как вы достаточно хорошо освоите компьютерные модели курса, можно начинать демонстрировать опыты с их использованием при объяснении материала в классе, если, конечно, у вас есть возможность использовать монитор с экраном не менее 17 дюймов или мультимедийный проектор.

Напомним, что в курсе «Открытая Физика 2.5» есть инструмент: «Лупа», который раскрывает окно любой компьютерной модели или любую иллюстрацию электронного учебника почти на весь экран. Этот инструмент позволяет эффективно использовать данный курс в демонстрационном варианте.

К сожалению, в компьютерных курсах отсутствует функция сохранения числовых значений параметров экспериментов, поэтому у вас не будет возможности заранее подготовить серию опытов с выбранными вами параметрами и записать их в долговременную память компьютера. Начальные условия опытов, которые вы планируете показать, имеет смысл подобрать заранее и записать, чтобы на уроке не возникало заминок или

невразумительных экспериментов.

Для демонстрации экспериментов попробуйте привлечь кого-нибудь из учащихся в качестве помощника, так как вам будет достаточно сложно манипулировать с моделью и одновременно давать необходимые пояснения классу. Конечно, необходимо заранее подготовить подробный план демонстраций и объяснить помощнику, что и в какой момент от него потребуется. Лучше всего дать ему список экспериментов с указанием начальных условий. В этом случае он сможет подготовить очередной опыт, пока вы обсуждаете с классом результаты предыдущего эксперимента или какой-нибудь другой вопрос.

И только после того как весь компьютерный курс или хотя бы его отдельные разделы вами будут хорошо освоены, имеет смысл начинать работать в компьютерном классе с большой группой учащихся.

Как проводить первые уроки в компьютерном классе

Прежде всего, заметим, что если вы приобрели компакт-диск с первой или второй частью компьютерного курса «Открытая Физика 2.5», это означает, что вы приобрели индивидуальную версию курса. Такая версия позволит вам работать с курсом только на одном компьютере. Для того чтобы использовать ваш компакт-диск в компьютерном классе, то есть запустить курс на всех компьютерах класса одновременно (как говорят, «в сети»), необходимо приобрести дискету со специальной сетевой программой, которая распространяется компанией «ФИЗИКОН» за дополнительную плату. Для приобретения дискеты или сетевой версии курса вы можете обратиться на сайт компании по адресу: www.physicon.ru. То же самое можно сказать и о более ранних компьютерных курсах компании «ФИЗИКОН».

Следует особо отметить, что на первых уроках в компьютерном классе желательно присутствие, особенно в течение первых 10–15 минут, учителя информатики или коллеги, знакомого со спецификой компьютерного класса. Практика показывает, что в классе будут возникать неполадки, даже если накануне вы всё проверили и убедились в полной исправности оборудования и программного обеспечения. Это испытано автором данного дистанционного курса и его коллегами не один раз, особенно на «открытых» уроках.

В компьютерном классе с большой группой ребят лучше начинать с фрагмента урока длительностью не более 10–15 минут. При этом следует учесть, что все правила работы с курсом, а также задания, которые учащиеся будут должны выполнить, необходимо разъяснить им до того, как они сели за компьютеры. Это даже лучше сделать не в компьютерном классе, а в кабинете физики. После того, как ваши ученики окажутся перед экранами компьютеров, общаться с ними будет возможно только индивидуально. Многолетний опыт показывает, что ребята так сильно увлекаются работой (не обязательно продуктивной), что учителя они просто не слышат, как бы громко он к ним ни обращался.

Заметим, что на первых уроках, возможно, следует выделять учащимся свободное время. Пусть они познакомятся даже с не относящимися к теме урока моделями. Ведь на первых порах им всё интересно. После знакомства с моделями курса имеет смысл обсудить с учащимися следующие вопросы:

- Какие модели, с их точки зрения, самые интересные?
- Что они узнали нового, поработав с той или иной моделью?
- Какие опыты они поставили и какие получили результаты?

Цель обсуждения — показать, что поставить осмысленный опыт и получить результат совсем не просто и здесь есть чему поучиться. Возможно, даже имеет смысл объявить конкурс на самый интересный опыт. Пусть ребята вволю поэкспериментируют и освоят интерфейс курса. Это вам сэкономит время на последующих уроках.

Иногда можно наблюдать, как в компьютерном классе учитель пытается синхронизировать работу детей, постоянно прерывая их и сообщая, какие действия им следует предпринимать далее. Вряд ли можно назвать такую форму проведения урока эффектив-

ной, так как одним из основных преимуществ использования компьютера в обучении является дифференциация и индивидуализация процесса обучения. Пусть каждый ученик выполняет своё персональное задание, и в своём ритме. При этом не так уж страшно, что одни ученики сделают больше, а другие меньше, важно лишь, чтобы каждый учащийся работал в полную силу и получал от этого удовлетворение.

Проще всего проводить первые уроки с использованием интерактивных контрольных вопросов или задач курса. Разумеется, необходимо заранее просмотреть содержания этих заданий, чтобы оценить, насколько ваши учащиеся готовы к их выполнению. Следует отметить, что некоторые учащиеся достаточно быстро «справляются» с контрольными вопросами, ведь их количество невелико (6–7 вопросов по одной теме). Поэтому лучше запланировать на одном уроке выполнение заданий по 2–3 темам. Конечно, нужно запланировать время на обсуждение наиболее сложных вопросов и задач. При этом имеет смысл сопровождать объяснения компьютерными экспериментами.

Можно начинать первые уроки и с компьютерных лабораторных работ, которые входят в курс. К сожалению, количество этих работ в курсе невелико, поэтому заранее просмотрите их список, чтобы согласовать тему урока в компьютерном классе с общим планом уроков.

Только после того, как вы проведёте несколько пробных уроков в компьютерном классе и на своём опыте ощутите основные преимущества и трудности преподавания с использованием компьютерного курса «Открытая Физика», имеет смысл попытаться разработать свой собственный урок. Для этого лучше всего разработать подробный план урока, а также сформулировать вопросы и задания к компьютерным моделям, которые будут предложены учащимся для изучения, причём вряд ли целесообразно предлагать для изучения на одном уроке более двух моделей. Заметим, что в методических материалах курса «Открытая физика 2,5» представлены подробные разработки нескольких уроков.

Конечно, если вы смелый и решительный учитель, то можете сразу попытаться провести целый урок в компьютерном классе. Но, в таком случае, постарайтесь психологически подготовиться к тому, что урок будет скомкан или вообще сорван как по техническим причинам, так и по причинам того, что ни вы, ни ваши ученики к такому резкому старту, возможно, окажетесь не готовы.

При разработке плана своего урока постарайтесь учесть, что длительность работы учащихся за компьютерами не должна превышать 30 минут. Хорошо, если в конце урока учащиеся оформят небольшой отчёт (можно в виде ответов на заготовленные вами вопросы), работа над которым поможет им ещё раз осмыслить выполненные эксперименты. Возможно, стоит обсудить всей группой основные трудности и обменяться мнениями о полученных результатах. Компьютерные уроки без указанной концовки, как показывает опыт, менее эффективны.

Для того чтобы урок в компьютерном классе дал максимальный эффект, необходимо вопросы и задания к моделям заранее распечатать и раздать учащимся в начале урока. На первых порах вы можете распечатать задания или бланки лабораторных работ, которые приводятся в методических материалах размещённых:

- на компакт-дисках курса «Открытая Физика 2.5»,
- на сайте «Открытый колледж» (<http://www.college.ru/physics/op25part2/planning/index.html#internet>),
- на COMe (http://center.fio.ru/method/RESOURCES/KAVTREV/11/FIZ/OP_metod.htm).

Основные Интернет-ресурсы для учителя физики

<http://en.edu.ru/>

Естественнонаучный федеральный портал «Российское образование».

Портал содержит множество электронных ресурсов по естественнонаучным дисциплинам

(физика, химия, биология, математика) для старшей школы и базового вузовского образования, а также ссылки на ряд лучших ресурсов Глобальной сети. Все ресурсы портала размещены в каталоге, напоминающем тематический библиотечный каталог, и снабжены аннотациями, что существенно облегчает поиск необходимых материалов.

На портале размещаются наиболее ценные учебные Интернет-курсы, интерактивные модели и тренажёры, банки задач и тесты, справочно-информационные базы данных, образцы наглядных пособий, методические материалы и т.д.

Кроме того, на портале представлена официальная нормативная база, перечни рекомендуемых учебников и учебных пособий, каталоги учебно-лабораторной техники и учебных компакт-дисков, электронные варианты учебно-методической периодики, информация о работе головных экспертных, научно-методических и академических советов.

Все ресурсы, размещаемые на портале, проходят экспертные комиссии и каталогизацию в соответствии с международными образовательными стандартами. В содержательном наполнении портала принимают участие ведущие вузы и образовательные центры: Московский и Санкт-Петербургский государственные университеты, университеты Петрозаводска, Новосибирска и Томска, а также МФТИ, СПбГТУ, СПбГИТМО, СПбГЭТУ. Работа над порталом начата в декабре 2002 г. и будет продолжаться, как минимум, до 2006 г.

<http://center.fio.ru/som/subject.asp?id=1000006>

Физика / В помощь учителю.

Сетевое объединение методистов (СОМ) на сайте Московского центра ФИО.

На страницах СОМа можно найти подробную информацию как о самих электронных образовательных ресурсах, так и о методиках их использования в учебном процессе. Перечислим основные ресурсы СОМа, посвящённые информационным технологиям в преподавании физики:

- аннотированный тематический каталог Интернет-ресурсов;
- тематическая картотека электронных ресурсов газеты «Физика» (приложение к газете «Первое сентября»);
- информация о компьютерных программах и компакт-дисках по физике;
- планы и модели уроков с использованием компьютерных моделей;
- примеры раздаточных материалов, обеспечивающих эффективную работу учащихся в компьютерном классе;
- опыт, отзывы и методические рекомендации коллег, использующих информационные технологии в своей работе.

<http://center.fio.ru/vio/>

«Вопросы Интернет-образования» — ежеквартальный электронный журнал. Издаётся с августа 2001 года Московским центром Федерации Интернет-образования, главный редактор Авдеева Светлана Михайловна, ответственный редактор Алексеева Екатерина Владимировна. Основные рубрики журнала: «Биты передового опыта», «Интернет по предметам», «Интернет-ориентация», «Выпускные работы (слушателей ФИО)», «Рука друга», «Информационное пространство школы» и др. В рубрике «Интернет по предметам» опубликован ряд статей по методике преподавания физики с использованием информационных технологий.

<http://ipo.spb.ru/journal/>

Журнал «Компьютерные инструменты в образовании»

На этом сайте вы можете ознакомиться с оглавлениями всех журналов, а также с рядом статей. Журнал издаётся с 1998 года, объём номера 100–150 страниц. Адрес редакции: Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 81. Телефон/факс: 275-61-00. Возможна электронная

подписка на журнал.

<http://scholar.urfu.ac.ru/LANG=ru/Teachers/methodics/journal/index.html>

Педагогические и информационные технологии в образовании — научно-методический журнал Южно-Уральского университета. Журнал предназначен для оперативной публикации новых научных результатов исследований и методических разработок в области новых педагогических и информационных технологий в образовании.

<http://www.edu.delfa.net:8101/teacher/club.html>

Компьютерный клуб учителя физики. Клуб расположен на сайте кабинета физики Санкт-Петербургского университета педагогического мастерства. На клубных страницах приведены сценарии уроков с использованием информационных технологий и другие разработки учителей. На сайте самого кабинета физики есть рубрики: «Стандарты», «Программы и учебники», «Конспекты», «Тесты и задачи», «Олимпиады» и др. Заведует кабинетом физики и компьютерным клубом Валерий Евгеньевич Фрадкин.

<http://www.gomulina.orc.ru>

Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии.

Среди рубрик виртуального кабинета: «Информационные материалы учителю», «Курсы МИКПРО учителю астрономии», «Олимпиады по физике и астрономии», «Интернет-ресурсы по астрономии», «Интернет-ресурсы по физике», «Методика преподавания», «Публикации», «Форум учителя». Автор и ведущий сайта Наталия Николаевна Гомулина (г. Москва).

<http://schools.techno.ru/sch1567/metodob/index.htm>

Методическое объединение учителей физики, астрономии и естествознания.

На сайте обсуждаются следующие вопросы: новые технологии обучения, особенности преподавания физики в классах различного профиля, исследовательская деятельность учащихся, интеграция и межпредметные связи, использование компьютеров на уроке физики, демонстрационный и лабораторный эксперимент и др. Координатор методического объединения Елена Ильинична Афина (г. Москва).

<http://ivsu.ivanovo.ac.ru/phys/>

Интернет — место физика. Авторы этого сайта предлагают ресурс, который поможет ученику, студенту, учителю, преподавателю вуза, научному работнику и просто человеку, интересующемуся физикой, найти необходимую информацию. Основные рубрики сайта: «Физика в школе», «Физика в вузе», «Наука», «Полезная информация» и др. Рубрика «Физика в школе» имеет разделы: «Программы», «Методика», «Литература», «Задачи», «Тестирование», «Дистанционное образование» и др.

<http://teacher.fio.ru/index.php?c=72>

Учитель.ru / Педмастерская / Методика / Физика — На этих страницах можно познакомиться с рядом методических разработок и принять участие в форуме «Преподавание физики в школе».

Методические Интернет-ресурсы

<http://www.college.ru/booklet/1st.html>

Методические аспекты преподавания физики с использованием компьютерного курса «Открытая физика 1.0» — электронный вариант брошюры Кавтрева А.Ф. Брошюра включает 48 страниц текста и представляет опыт по использованию обучающих программ на уроках физики. Предложен ряд конкретных методических разработок, 2000.

http://center.fio.ru/method/RESOURCES/KAVTREV/11/FIZ/OP_metod.htm

Методика работы с компьютерными курсами «Открытая физика» и «Физика в картинках». Кавтрев А.Ф. На этих страницах представлены методические материалы, задания к компьютерным моделям, а также компьютерные лабораторные работы по ряду тем, 2001 г.

http://center.fio.ru/vio/vio_03/cd_site/Articles/art_5_5.htm

Опыт использования компьютерных моделей на уроках физики. Кавтрев А.Ф. — статья в журнале «Вопросы Интернет-образования» № 3, 2002 г.

<http://www.college.ru/physics/op25part2/planning/teach/parallel.html>

Методика проведения компьютерной лабораторной работы с использованием мультимедиа курса «Открытая физика 2.5». Тема работы: «Взаимодействие параллельных токов». Гомулина Н.Н., методист Западного округа Москвы, 2003 г.

<http://www.college.ru/physics/op25part2/planning/teach/lessons.html>

Модель урока «Решение комплексных задач по теме «Электрическое поле» с использованием мультимедиа курса «Открытая физика 2.5». Захарова Т.Ю., 2003 г.

http://vio.fio.ru/vio_15/cd_site/Articles/art_1_10.htm

Библиотеки электронных наглядных пособий по физике и астрономии. Гомулина Н.Н. — статья в журнале «Вопросы Интернет-образования» № 15, 2003 г.

Электронные средства учебного назначения (ЭСУН) или библиотеки электронных наглядных пособий по физике и астрономии были созданы по проекту «Оснащение электронными средствами учебного назначения учреждений общего и профессионального образования» Федеральной целевой программы «Развитие единой образовательной информационной среды (2001–2005 годы)».

• Среди конкурсных материалов августовского педсовета (<http://pedsovet.alledu.ru/static/45/365>) можно найти методическую разработку А.Ф. Кавтрева, в которой приведён план и модель урока с использованием апплетов ООО «ФИЗИКОН». Это лабораторная работа в режиме on-line. Тема работы: «Закон сохранения импульса». Загрузить соответствующий файл можно со страницы: <http://alledu.ru/files0/files1/files45/docs/kavtrev.doc>

http://center.fio.ru/vio/vio_03/cd_site/Articles/art_5_3.htm

Компьютерные подарки учителю физики. Гомулина Н.Н. — статья в журнале «Вопросы Интернет-образования» № 3, 2002 г.

<http://www.college.ru/kavtrev/stat8.html>

Методика использования интерактивного компьютерного курса с элементами дистанционного образования. Гомулина Н.Н., методист по физике ОМЦ Западного округа, г. Москва. Михайлов С.В., учитель физики школы 637, г. Москва, 2001.

<http://www.physicon.ru/press/press8.html>

Компьютерные технологии: современный урок физики и астрономии в авангарде. Гомулина Н.Н., Белостоцкий П.И., Максимова Г.Ю., ЗАО, Москва, 2001.

<http://www.college.ru/teacher/article.html>

«Открытая Физика 2.0» — новый шаг. Гомулина Н.Н. — статья в журнале «Компьютер в школе», № 3, 2000 г.

http://center.fio.ru/vio/vio_02/cd_site/Articles/Art_1_17.htm

Использование компьютеров при обучении физике. Леонов Н.Ф. — статья в журнале «Вопросы Интернет-образования» № 2, 2001 г.

http://archive.1september.ru/fiz/2001/20/no20_02.htm

«Физика через Интернет: Дистанционный урок. Молекулярная физика. (10 класс)». Львовский М.Б. — Газета «Физика», №20 / 2001.

<http://top.izmiran.rssi.ru/lyceum/main/teachers/popov/pract.htm>

Практикумы по компьютерному моделированию: модельный компьютерный эксперимент в углубленном курсе физики. Попов М.В.

<http://www.edu.delfa.net:8101/cabinet/stat/uslov%20effect.html>

О некоторых условиях эффективности применения компьютерных средств обучения. Фрадкин В.Е., зав. кабинетом физики СПбГУПМ (Санкт-Петербург).

http://www.college.ru/virt_practice.html

Виртуальный практикум по курсу физики для студентов технических вузов. Тихомиров Ю.В., доцент МГТУГА. Практикум проводится с использованием компакт-дисков ООО «ФИЗИКОН», 2001.