

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
Кафедра общей физики

Д.В.Баяндин

**Электронная
информационно-образовательная
среда по физике в ПНИПУ**

Методические рекомендации для преподавателей

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

УДК 53(07):378
Б55

Электронная информационно-образовательная среда по физике : методические рекомендации для преподавателей / Д.В. Баяндин. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 45 с.

Представлена подборка определений и характеристик электронной информационно-образовательной среды (ИОС), сформулированных различными авторами. Описан состав ИОС в ПНИПУ в части обучения физике.

Дано развернутое описание двух авторских элементов этой среды – системы интерактивных модельных демонстраций и заданий «Интер@ктивная физика» в ИС Stratum (поддержка лекций и практических занятий) и системы интерактивных тренажеров и тестов в среде Stratum (поддержка практикума по решению задач, организация СРС).

Описан реализованный на практике подход, при котором все фазы обучения поддерживаются компьютерной средой, насыщенной интерактивными моделями, интерактивными заданиями и тренажерами. Построена информационно-дидактическая модель образовательного процесса, отражающая соответствие компонентов среды и основанных на них форм организации занятий и видов учебной деятельности. Рассмотрены возможности использования компьютерной среды в плане организации самостоятельной работы учащихся. Обсуждается роль системы мониторинга учебных достижений и инструментов систематизации знаний учащихся.

УДК 53(07):378

Печатается по решению кафедры общей физики протокол № 1 от 01.09. 2017

Рецензент
канд. физ.-мат. наук, доцент *В.И. Колесниченко*
(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)

© ПНИПУ, 2017

Содержание

Электронная информационно-образовательная среда вуза: что это?	4
Состав информационно-образовательной среды по физике в ПНИПУ	6
Необходимость модернизации информационно-образовательной среды	7
Полнофункциональная виртуальная среда обучения	8
Назначение и состав системы	11
Характеристика образовательного продукта «Интер@ктивная физика»	12
Результаты апробации и регулярная эксплуатация продукта	26
Модель процесса компьютеризованного обучения	28
Моделирование и основные жанры интерактивных проектов	32
Методика проведения занятий с использованием интерактивных проектов	33
1. Получение и закрепление теоретических знаний	33
2. Обучение решению задач	34
3. Индивидуальный практикум по решению задач, тренаж умений и навыков	35
4. Интерактивные модели как лабораторный стенд	36
5. Контроль знаний	39
Систематизация знаний на структурной модели дисциплины	39
Заключение	42
Библиографический список	43

ЭЛЕКТРОННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ВУЗА: ЧТО ЭТО?

Ниже представлены определения и характеристики, а также основные положения, касающиеся свойств и состава электронной информационно-образовательной среды (ИОС), сформулированные различными авторами.

«На основании требований федеральных государственных образовательных стандартов, предъявляемых к организациям высших профессиональных образовательных организаций с 2012 года, каждый вуз должен иметь ЭИОС – электронную информационно-образовательную среду. Цель создания ЭИОС – оперативное информирование обучающихся и остальных участников образовательного процесса о ходе обучения, а также обеспечение быстрого обмена данными, касающихся учебного процесса.

ЭИОС обеспечивает доступ: к учебным планам, рабочим программам учебных дисциплин, изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, результатам прохождения обучения, а также к личным кабинетам обучающихся и преподавателей.»

<https://magellanius.ru/eios-vuz/> (Сайт ООО "Магеллан" Ижевск)

«ИОС ... системно организованная совокупность информационного, технического и учебно-методического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом образовательного пространства; единое информационно-образовательное пространство, построенное с помощью интеграции информации на традиционных и электронных носителях, компьютерно-телекоммуникационных технологиях взаимодействия, включающее в себя виртуальные библиотеки, распределенные базы данных, учебно-методические комплексы и расширенный аппарат дидактики; совокупность взаимосвязанных подсистем, целенаправленно обеспечивающих педагогический процесс (например, информационная, техническая, дидактическая, методическая) и др. »

Скибицкий Э.Г. Информационно-образовательная среда вуза: цель или средство в обеспечении качества образования. Труды Современной гуманитарной академии. 2009. № 6. С. 52-67. http://www.edit.muh.ru/content/mag/trudy/06_2009/06.pdf

«Информационно-образовательная среда вуза – педагогическая система, объединяющая в себе информационные образовательные ресурсы, компьютерные средства обучения, средства управления образовательным процессом, педагогические приемы, методы и технологии, направленные на формирование интеллектуально развитой социально-значимой творческой личности, обладающей необходимым уровнем профессиональных знаний и компетенций».

Назаров С.А. Педагогические условия пректирования личностно-развивающей информационно-образовательной среды технического вуза: автореф. дис. канд. пед. наук. Ростов-н/Д, 2006.

«Мы рассматриваем обязательными следующие компоненты ИОС вуза:

1. Информационно-образовательные ресурсы:

- библиотечные фонды вуза;
- интернет-классы (доступ к Интернет);
- кафедральные фонды (учебно-методические разработки, учебные пособия и др.);
- электронные учебники и пособия, демонстрации, тестовые и другие задания, образцы выполнения проектов.

2. Компьютерные средства обучения:

- компьютерная техника и ее программное обеспечение;
- автоматизированная система контроля знаний.

3. Система управления образовательным процессом:

- учебно-методические комплексы;
- модульный принцип построения курсов дисциплин;
- разработка и внедрение инновационных технологий обучения;
- организация научно-исследовательской работы студентов, участия их в научно-практических конференциях. »

Остроумова Е.Н. Информационно-образовательная среда вуза как фактор профессионально-личностного саморазвития будущего специалиста.
<https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=21225>

«Информационно-образовательная среда вуза – это программно-телекоммуникационная среда, обеспечивающая едиными технологическими средствами информационную поддержку и организацию учебного процесса, научные исследования, профессиональное консультирование слушателей вуза.

Создаваемая таким образом среда является распределенной и должна иметь единые средства навигации, обеспечивающие пользователю возможность быстро и простыми средствами найти любой информационный ресурс, зарегистрированный в среде, независимо от места его физического нахождения.

Исходя из глобальной цели, задачами ИОС вуза являются:

- использование в учебном процессе современных информационных технологий в соответствии с реальными требованиями к высшему профессиональному образованию;
- исследование и реализация современных технологических и методических подходов представления информации в сочетании с традиционными методами обучения;
- обеспечение доступности учебно-методических материалов и защиты информационно-образовательных ресурсов ИОС;
- использование современных информационных технологий в консалтинговых услугах и обеспечении трудоустройства студентов.

Структура портала включает в себя:

- виртуальные представительства кафедр;
- каталог учебных планов программ, образовательных стандартов;
- электронную библиотеку;
- научно-исследовательский информационный ресурс;
- каталог ресурсов Интернет в различных предметных областях экономики, образования, юриспруденции и др.;

Основным структурным элементом, обеспечивающим образовательные услуги, является кафедра, поэтому основным элементом ИОС является виртуальное представительство кафедры.

Виртуальное представительство кафедры – информационные базы и программный комплекс, реализующий типовой набор сервисных образовательных услуг, которые обеспечивают поддержку учебного процесса по дисциплинам кафедры через корпоративную сеть вуза.

Основу методического обеспечения ИОС составляют учебные знания, которые объединяются в учебно-методический комплекс (УМК). По каждому УМК должны быть сформулированы конкретные цели изучения данного учебного материала по дисциплине, описание структуры курса, его основного содержания, соответствующих научных методов, перечень рекомендуемых учебных пособий и монографий с краткой характеристикой каждого из них; указание межпредметных связей с конкретными ссылками на теоретико-практические курсы или учебные модули, знание которых необходимо для усвоения данного курса. Каждый УМК должен включать в себя теоретические, практические знания и средства их диагностики. Знания теоретического модуля являются ориентирующими для выполнения практических заданий...»

Абросимов А.Г. Журнал «Вестник РУДН» серия «Информатизация образования», 2004, №1. <http://ido.rudn.ru/vestnik/2004/3.pdf>

СОСТАВ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО ФИЗИКЕ В ПНИПУ

Вузовская информационно-образовательная среда по физике образована рядом ресурсов общевузовского и кафедрального уровней.

Элемент ИОС	Назначение и содержание	Разработчик / держатель	Размещение
<i>Общевузовский уровень:</i>			
Электронный каталог и электронная библиотека ПНИПУ	доступ к учебной литературе: методички, учебные пособия	ПНИПУ	сайт библиотеки ПНИПУ http://elib.pstu.ru/
Система удаленной поддержки обучения физике	доступ к электронным образовательным материалам: тексты, модели, тесты	Moodle / ПНИПУ	сайт дистанционного обучения ПНИПУ: http://do.pstu.ru/
Online-курс физики	доступ к электронным образовательным материалам: видеоролики, интерактивные задания, тексты, тесты	кафедра ОФ ПНИПУ/ ГИРЯП им. Пушкина	сайт Государственного института русского языка им. А.С.Пушкина https://pushkininstitute.ru/school/external_courses/219
Общевузовская система тестирования	контроль СРС	ПНИПУ	специализированные компьютерные классы
<i>Кафедральный уровень:</i>			
Страничка "Информационно-образовательные ресурсы" кафедры общей физики на сайте ПНИПУ	доступ к учебной литературе: методички, учебные пособия, контрольные работы	ПНИПУ / кафедра ОФ	http://psu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70
Кафедральная система видео- и анимационных демонстраций	сопровождение лекций	сборная солянка	банк у Г.Н.Вотинова с 2007 года
Система интерактивных модельных демонстраций и заданий "Интер@ктивная физика" в среде Stratum	сопровождение лекций и практических занятий	ИИТ	инсталляция у Д.В.Баяндина
Система интерактивных тренажеров и тестов в среде Stratum	поддержка практикума по решению задач, организация СРС	ИИТ	инсталляция у Д.В.Баяндина
Индивидуальные коллекции электронных образовательных ресурсов преподавателей кафедры	сопровождение занятий	преподаватели кафедры ОФ	персональные компьютеры преподавателей

Необходимость модернизации информационно-образовательной среды

Сохранение и тем более повышение качества естественнонаучного и технического образования, его интенсификация в условиях ускоряющегося в масштабах планеты научно-технического прогресса невозможны без использования новых педагогических технологий, в том числе опирающихся на современные информационные технологии. Все более актуальной становится задача последовательной реализации в процессе обучения деятельностного подхода – в том, что касается развития представлений о мироустройстве, причинах и взаимосвязях различных явлений, формирования умений решения задач, получения навыков работы с измерительными приборами и проведения экспериментальных исследований.

Одно из важных направлений развития информационно-образовательной среды связано с разработкой и использованием программных средств учебного назначения, эффективных, интеллектуальных, гибких, методически выверенных, позволяющих варьировать объем и формы представления материала, методику его подачи. Электронные образовательные продукты должны обеспечивать поддержку интенсивных, целенаправленных и контролируемых занятий учащихся, а также тщательную, но доброжелательную проверку приобретенных знаний, умений и компетенций, оценку их системности и систематичности.

При изучении такой сложной дисциплины, как физика, недостаточно, чтобы учащийся только слушал учителя, рассматривал наглядные пособия и наблюдал за ходом демонстрационного эксперимента – во всяком случае, если целью является качественное и результативное (в смысле способности применения знаний) уяснение и усвоение учебного материала. Деятельностный компонент курса физики связан с оперированием текстово-графической информацией, с решением задач и лабораторным практикумом. Но в нынешних условиях педагог не в состоянии пошагово контролировать соответствующие действия учащегося, не в состоянии оценить их точность и самостоятельность. Поэтому мотивированный ученик учится добросовестно, немотивированный же имеет возможность лишь имитировать учение. Продуманное использование компьютерных технологий способствует повышению мотивации и побуждает не имитировать деятельность, а реально ее осуществлять.

Лучшие программные продукты и методики поддерживают интерактивность обучения, деятельностное усвоение знаний, формирование навыков принятия решений. Открывается возможность передать компьютеру ряд выполняемых учителем рутинных функций, прежде всего – повторных объяснений приемов и операций, применяющихся при решении задач, весомой доли тренингов и контроля. Соответственно, появляется время для более творческих видов педагогической деятельности. Достоинствами компьютерных образовательных технологий при изучении физики являются:

- появление новых механизмов развития теоретического мышления;
- визуализация сложных процессов, причем с элементами активности, манипуляционности (в отличие от видео- и телеобучения);
- автоматизация обработки данных эксперимента (пассивная роль компьютера);
- управление натурным экспериментом (активная его роль);
- возможность сочетания экспериментального исследования с построением и изучением идеальной, математической и компьютерной модели;
- проведение численного эксперимента в ситуациях, в которых непригодны стандартные приборы – на очень больших или очень малых временных и пространственных масштабах, а также в тех областях физики, для которых натурный эксперимент в классе или вообще на Земле невозможен;
- расчет задач, аналитическое решение которых сложно или невозможно;
- возможность коллекционирования, обработки и воспроизведения видео, аудио, редких полиграфических изображений и другого иллюстративного материала;

- удобство и дешевизна тиражирования программных продуктов по сравнению со средствами обучения, традиционными для данной учебной дисциплины;
- наконец, безопасность: компьютерная система, в отличие от экспериментальной установки, не взорвется, не повлечет материальные и человеческие жертвы.

Информационно-образовательная среда (ИОС) за последнее десятилетие активной информатизации системы образования существенно изменилась, и в наибольшей, пожалуй, степени эти изменения коснулись обучения физике. Роль виртуальной составляющей ИОС курса физики стала весьма заметной, хотя все еще далекой от идеала. Применение программных средств в школе страдает, во-первых, отсутствием системности и фрагментарностью, а во-вторых, превалированием пассивных форм виртуальных учебных объектов (ВУО) – текстов, статичной графики и видео, а также создаваемых на их основе презентаций. Менее трети педагогов применяют анимации и модельные демонстрации, в основном, в режиме фронтальной работы. Чаще, чем ВУО других видов, учителя используют компьютерные тесты с простейшими типами заданий. Между тем потенциал виртуальной составляющей ИОС в части физики очень значителен. В рамках федерального проекта «Информатизация системы образования» (2005–2008 гг.) и помимо него был разработан ряд программных комплексов нового поколения, содержащих высокоинтерактивные объекты – модели и модельные конструкторы, а также задачи и тренажеры с серьезными экспертными системами анализа действий учащегося.

Научно-методическая периодика содержит большое число публикаций, описывающих возможности компьютерных технологий для повышения наглядности при сопровождении лекций, организации виртуального или компьютеризованного лабораторного практикума, локального или дистанционного контроля знаний, например, [1–6]. При этом практически отсутствуют работы, в которых анализируется эффективность диалоговых компьютерных систем в плане интенсификации процесса формирования представлений, усвоения приемов решения задач и отработки соответствующих умений и навыков в индивидуальном режиме применительно к учебным курсам значительного объема. Причина в том, что электронных учебных пособий, систематически охватывающих интерактивными заданиями курс физики, крайне мало. Это видно из работы [7], посвященной описанию подобных систем и анализу их состава.

Между тем одним из способов повышения уровня обученности школьников и студентов физике является системное использование всех видов ВУО, в том числе – высокоинтерактивных, причем не только при фронтальной, но и при индивидуальной работе, во всех видах учебной деятельности. Это означает, что среда компьютерной поддержки предметного обучения должна быть полнофункциональной и основанной на технологиях математического и компьютерного моделирования [8–10].

Полнофункциональная виртуальная среда обучения

Информатизация образовательного процесса на определенном этапе приводит к появлению нового феномена – *виртуальной среды обучения*, которую будем понимать как совокупность технологий, учебно-информационных ресурсов и структур данных, которые образуют функционально полную систему, призванную обеспечивать все возможные формы деятельности пользователя (педагога и учащегося) в процессе учения. Эта среда может выполнять функции носителя информационной метатехнологии и организационных форм образовательного процесса.

Виртуальная среда обучения содержит:

- ориентированные на обучение и его обслуживание:
 - средства подготовки и предъявления информации;
 - средства обработки и передачи информации внутри среды обучения, взаимодействия пользователей внутри среды друг с другом и с внешним миром (электронная почта, сетевой доступ, периферийные устройства и приборы);

- системы, обеспечивающие *связность* среды обучения, единство «правил игры» в ней (эту роль могут выполнять html-продукты, образовательные платформы, оболочки дистанционного обучения и др.);
- различные *электронные средства образовательного назначения* (ЭСОН) с их предметным наполнением и системой обеспечения учебно-информационного взаимодействия с пользователем, включая регламент предъявления и потребления учебной информации, организации обратной связи, управления обучением;
- педагогические программные средства, которые могут выполнять функции:
 - среды разработки ЭСОН;
 - средства обеспечения функционирования ЭСОН;
 - инструмента настройки ЭСОН на уровень пользователя;
- решатели задач, формулируемых в ЭСОН;
- базы данных, в том числе отражающие результаты обучения;
- ссылки на внешние библиотеки книг, программ, информационные сайты;
- систематизированные файлы пользователей (материалы преподавателя и учащегося, продуцируемые при подготовке к обучению и по ходу его).

Естественной надстройкой над виртуальной средой обучения является система управления и мониторинга.

Предпочтительным представляется вариант *открытой* среды обучения, когда за счет *инструментальности* базового педагогического программного средства возможна модификация наполнения среды и «правил игры» в ней. Наилучшим образом эти возможности реализуются на основе систем визуального проектирования и математического моделирования [10]. Они позволяют реализовать все необходимые функции среды и типы виртуальных учебных объектов. В этом случае в рамках среды обучения преподаватель имеет доступ к инструментам, обеспечивающим развитие информационного контента и организационно-методических форм работы учащихся. В идеале открыты для изменения не только методические тексты (материалы преподавателя), но и более сложные компоненты среды – вплоть до *модели обучения*. Учащийся же имеет доступ к инструментам, обеспечивающим выполнение учебных заданий и создание собственных файлов (отчеты, рефераты и другие материалы).

Проектирование полнофункциональной виртуальной учебной среды должно проводиться на основе обобщенной дидактической модели учебного процесса, охватывающей все фазы обучения: предъявляющую иллюстративно-демонстрационную, лабораторно-исследовательскую, тренажерную, контролирующую.

Важнейшим элементом виртуальной среды обучения являются электронные средства образовательного назначения (ЭСОН), необходимые для осуществления собственно процесса предметного обучения. ЭСОН можно определить как «программное средство, в котором отражается некоторая предметная область, в той или иной мере реализуется технология ее изучения, обеспечиваются условия для осуществления различных видов учебной деятельности» [11, с. 65].

Структура *полнофункционального* ЭСОН, обеспечивающего поддержку широкого спектра форм организации учебных занятий и видов учебной деятельности, а также виды входящих в его состав виртуальных учебных объектов представлены на рисунке 1.

В состав ЭСОН входят виртуальные учебные объекты, представляющие собой его содержательное наполнение, и объекты, позволяющие организовать работу пользователя. Выделим следующие компоненты полнофункционального ЭСОН:

- предметно-информационный, представленный описательно-иллюстративной и интерактивной моделирующей частями, из которых первая предназначена для отражения реального мира в рамках изучаемой предметной области, его описания аппаратом учебной дисциплины с целью предъявления готового знания, а вторая – для активного добывания нового знания самим учащимся;

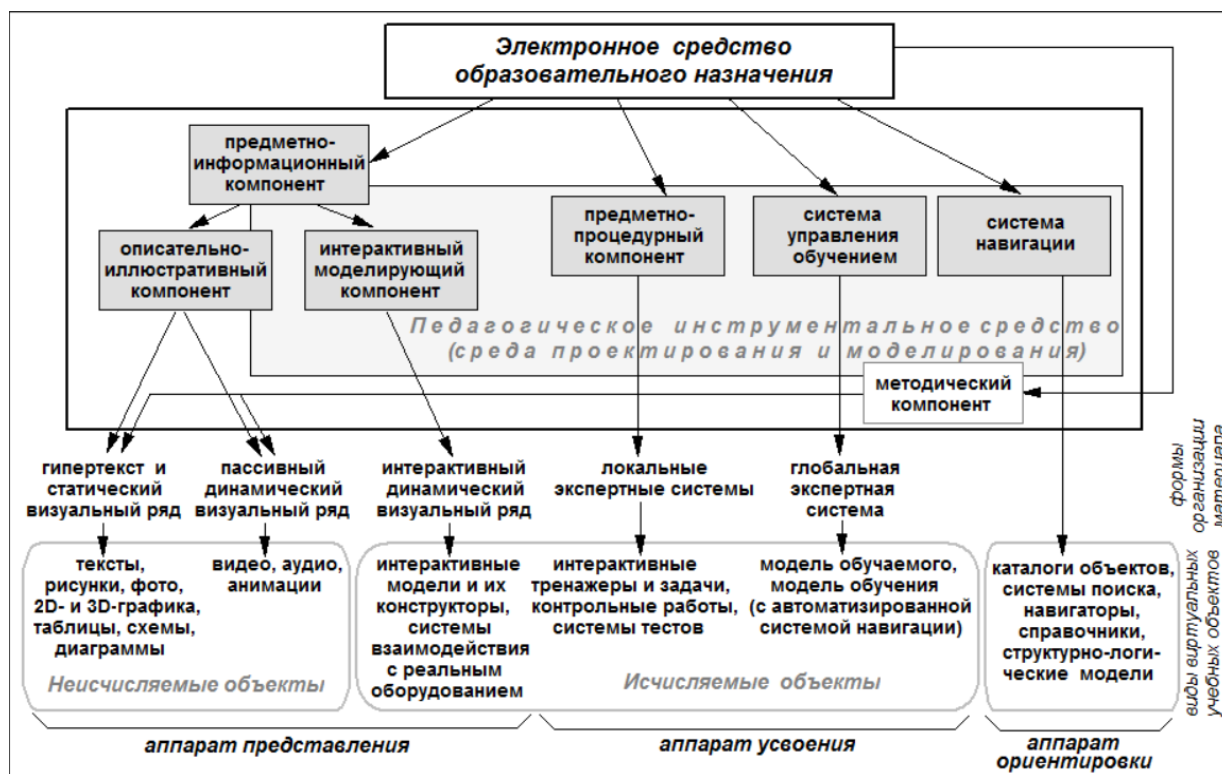


Рис. 1. Структура ЭСОН и состав виртуальных учебных объектов

- предметно-процедурный, ориентированный на усвоение и закрепление знаний, выработку умений и навыков, оценку качества этих процессов на основе взаимодействия пользователя с системами интерактивных задач, тренажеров, и тестов;
- методический;
- системы навигации (навигаторы, справочники, поисковые системы, структурно-логические модели дисциплины, отражающие связи ее понятий и законов);
- система управления обучением.

Каждому компоненту ЭСОН соответствуют свои формы организации учебного материала, а им, в свою очередь, различные виды виртуальных учебных объектов. Из рисунка 1 видно, что функции большей части компонентов ЭСОН обеспечиваются педагогическим инструментальным средством.

Первой отечественной разработкой, которую по ряду признаков можно отнести к полнофункциональным ЭСОН, стала, по-видимому, «Открытая физика» (версия 2.0, 1998 г.), в которой были представлены систематическое изложение курса в виде иллюстрированного текста, интерактивные модели демонстрационного и исследовательского характера, а также задания открытого и закрытого типа. Таким образом, предметно-процедурный компонент был низкоинтерактивным.

Тогда же получил распространение переводной образовательный продукт «Живая физика» (Институт новых технологий), в оригинальной версии называвшийся «Interactive Physics» (MSC Software Corporation). При великолепных возможностях моделирования локализованная версия содержала также некоторое число интерактивных заданий, имеющих, в основном, развивающий характер. Отработка конкретных знаний и умений, поддержка занятий по решению задач не предусматривалась.

В полной мере полнофункциональным ЭСОН можно считать активную обучающую среду «Виртуальная физика» [13] в версии 2000 года, в которой интерактивный моделирующий и предметно-процедурный компоненты были примерно равновелики по объему и уровню интерактивности. Среда содержала также оригинальные элементы аппарата ориентировки – каталоги хронологии развития физики и ее структурно-логических моделей, описанные в работе [14].

С началом нового века появилось сразу несколько качественно новых электронных изданий жанра "библиотека наглядных пособий" (например, [15]), однако только некоторые разработки фирмы 1С под редакцией Н.К.Ханнанова, например, [16–17], можно отнести к полнофункциональным учебным средам. В остальных образовательных продуктах предметно-процедурный компонент отсутствовал или был неравновелик предметно-информационному.

В 2006 году произошла реинкарнация «Виртуальной физики». В новой версии учебной среды не только изменился дизайн, но и произошел отказ от акцента на режим создания пользователями новых моделей ввиду его слабой востребованности. По той же причине были сужены возможности конструирования систем на основе библиотек базовых моделей. При этом новый вариант продукта, получивший название «Интер@ктивная физика» [18], стал еще в большей степени соответствовать категории полнофункциональных ЭСОН, поскольку предметно-процедурный компонент значительно усилился по объему и по качеству.

Назначение и состав системы «Интер@ктивная физика»

Наиболее разносторонняя и эффективная компьютерная поддержка предметного обучения может быть осуществлена на основе среды, обеспечивающей все фазы учебного процесса, все виды учебно-познавательной деятельности и формы организации занятий, включая самостоятельную работу учащихся. Такая среда должна обладать высокой степенью интерактивности и, значит, основываться на технологиях математического и компьютерного моделирования. Данная концепция реализована применительно к школьному и вузовскому курсу физики в электронном издании «Интер@ктивная физика», разработанным в Перми. Основными составляющими программного продукта являются:

- 1) контент – преимущественно интерактивные модели и задания;
- 2) инструмент компоновки объектов среды для поддержки занятия;
- 3) инструмент систематизации знаний учащихся;
- 4) система интернет-мониторинга результатов их учебной деятельности.

Учебная среда «Интер@ктивная физика» прошла продолжительную апробацию и широко используется в школах и вузах Пермского края, других регионов России и Казахстана. Система содержит интерактивные учебные объекты трех типов:

- интерактивные модели, анимации и видеосюжеты;
- интерактивные задания, репетиторы и тренажеры;
- интерактивные тесты.

Модели, анимации, видеосюжеты предназначены для проведения учебных демонстраций, объяснения физических понятий, законов, явлений. В некоторых случаях содержат финальные вопросы, которые позволят выяснить, понял ли учащийся смысл демонстрации.

Задания, репетиторы и тренажеры должны помочь учащимся научиться решать задачи и пользоваться измерительными приборами. В случае неправильных действий учащегося экспертная система подскажет, в чем состоит ошибка.

Под репетитором мы понимаем многовариантное или многошаговое задание, нацеленное на отработку определенных знаний, умений и навыков.

Тренажер – это составной ресурс, содержащий комплекс заданий или репетиторов по некоторой теме и позволяющий изучить ее разносторонне. Результаты работы с тренажерами фиксируются в электронном журнале.

Тесты предназначены для самоконтроля знаний самими учащимися и контроля знаний учителем по окончании изучения темы.

В рамках данного программного комплекса для использования при проведении различных форм учебной работы в курсе физики 7–11 класса пользователю предоставляется более 1400 оригинальных интерактивных проектов по всем разделам школьной программы.

Программный комплекс предназначен для поддержки изучения нового материала в кабинете физики, проведения тренингов и тестирования в компьютерном классе, а также для самостоятельной работы (подробнее – см. раздел *Модель процесса компьютеризованного обучения*).

Характеристика образовательного продукта «Интер@ктивная физика»

Предметно-ориентированная среда «Интер@ктивная физика» [18], разработанная Институтом инновационных технологий (ИИТ, г. Пермь), как было отмечено выше, представляет собой полнофункциональное ЭСОН, основанное на технологиях математического и компьютерного моделирования. Эти технологии привносятся в продукт базовым педагогическим инструментальным средством – системой визуального проектирования и математического моделирования Stratum-2000 (автор – О. И. Мухин, научный руководитель ИИТ) [10]. (Система Stratum-2000 была также инструментом разработки «Виртуальной физики».)

Основными составляющими продукта «Интер@ктивная физика» являются:

- 1) предметно-ориентированный контент;
- 2) инструмент компоновки объектов среды для сопровождения занятия, предназначенный для преподавателя;
- 3) инструмент систематизации знаний учащихся;
- 4) система интернет-мониторинга результатов учебной деятельности с электронным журналом и возможностями статистической обработки данных.

1. В контенте «Интер@ктивной физики» представлены практически все виды виртуальных учебных объектов, выделенных на рисунке 1:

- около 150 видеофрагментов (записей демонстрационного эксперимента и демонстраций работы с интерактивными моделями и заданиями, которые могут быть использованы в качестве видеоинструкций и методических материалов);
- около 20 отдельных анимаций и серий анимаций;
- более 400 интерактивных моделей различного рода (интерактивные плакаты, демонстрации, исследовательские модели, симуляторы лабораторных работ);
- 8 тематических конструкторов;
- более 100 интерактивных заданий и серий заданий;
- более 500 интерактивных репетиторов;
- более 100 интерактивных тренажеров (серий тематически связанных многовариантных и многошаговых заданий с итоговым тестом);
- 6 полных интерактивных уроков (обучающих сценариев);
- более 70 тестов (самопроверки, контрольных по теме, итоговых по разделу);
- более 40 обобщающих текстов с иллюстрациями.

Общее число виртуальных учебных объектов (ВУО) в системе – около полутора тысяч, причем большая их часть предназначена в первую очередь для индивидуальной работы учащихся (разумеется, эти объекты могут также использоваться при фронтальной и групповой работе).

Основными авторами-постановщиками интерактивных моделей, заданий и других ВУО среды являются Д.В.Баяндин и Н. Н. Медведева. Был реализован ряд сценариев, предложенных Е. В. Оспенниковой, А. В. Гаряевым, Л. И. Колесниченко, а также Н. К. Ханнановым, благодаря сотрудничеству с которым около 60 пермских по своему происхождению моделей и тренажеров вошли в состав продуктов фирмы 1С: [15–16].

Учебная среда охватывает все разделы учебной дисциплины (от механики до квантовой физики и теории относительности) и все основные темы – от вводных в курс (методы научного познания, физические величины и единицы измерения, измерительные приборы, роль математики в развитии физики, физика и техника) до обобщающей (элементы физической картины мира). Также представлен раздел по избранным темам математики (графики функций, векторная алгебра, тригонометрия).

Внутри среды выделены две подсистемы, ориентированные на первый концентр средней школы (7–9 классы) и на второй (10–11 классы). Этот последний включает материал, полезный не только при базовом, но и при профильном обучении в школе, а также изучении курса общей физики в техническом вузе (динамика вращательного движения, сложные колебательные системы, сложение колебаний, векторные диаграммы, поля систем неточечных зарядов, расчет электрических цепей на основе правил Кирхгофа, некоторые сложные вопросы оптики и физики микромира).

Контент структурирован в виде трехуровневого меню: перечень разделов (для второго концентра их 16) – перечень подразделов (до десятка в разделе) – перечень ВУО, входящих в подраздел. Содержание первых двух уровней представлено в виде списков, а третьего – в виде комплектов скриншотов начальных экранов ВУО с подписями. На рисунке 2 представлено отображение в меню 3-го уровня одного из подразделов курса.

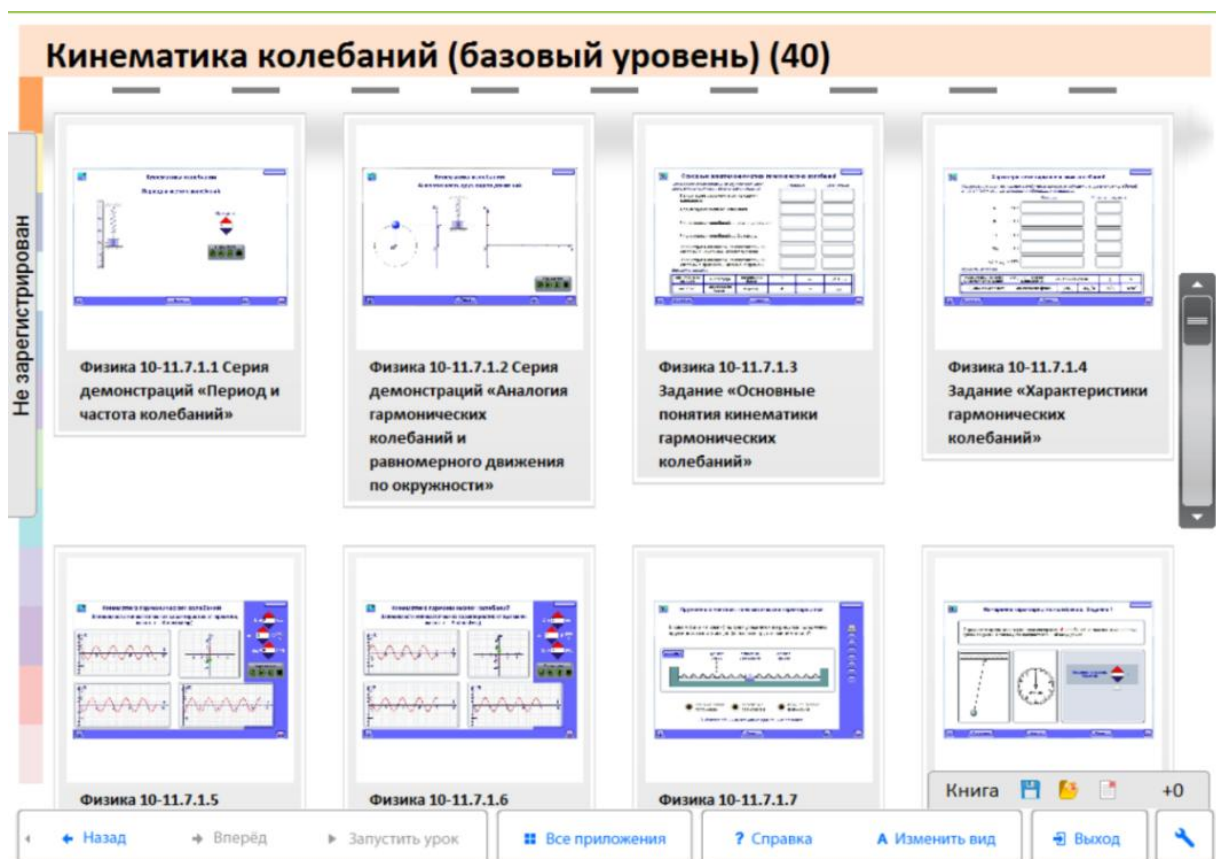


Рис. 2. Вид каталога учебных объектов одного из подразделов среды

Входящие в состав продукта ВУО имеют развитый манипуляционно-графический интерфейс, предназначенный для организации взаимодействия пользователя с компьютерной системой посредством оперирования с графическими объектами при помощи клавиатуры и мыши. Интерфейс обеспечивает возможности композиции/декомпозиции объектов, сборки их систем, задания начальных условий и управления моделируемыми процессами, построения графиков, векторных картин сил и полей, хода лучей в оптических системах, составления уравнений и так далее.

Назначение интерактивных моделей в составе среды:

- демонстрация явления (в том числе в форме мысленного эксперимента);
- сравнение объектов, сопоставление явлений;
- введение новых понятий;
- исследование явления на готовой модели;
- имитация физического эксперимента;
- анализ ситуации, выработка умения видеть и понимать происходящее;
- поиск закономерности;

- развитие самостоятельности, навыков исследования;
- открытие субъективно нового знания;
- пояснение принципа действия технического устройства;
- конструирование ситуаций и устройств.

Изображения на рисунке 3 дают представление об особенностях моделей различных типов. Возможностям их использования в обучении посвящены, например, работы [9, 19].

При работе с моделями – как дополнению к классическому лабораторному практикуму – учащиеся осуществляют в режиме диалога с компьютером такие формы деятельности как наблюдение, сопоставление, обобщение, выбор, анализ результатов, поиск условий для реализации поставленной задачи.

Интерактивные задания, репетиторы, тренажеры призваны обеспечить формирование базовых знаний и выработку основных умений:

- использование измерительных приборов;
- сборка приборов и устройств;
- обработка результатов эксперимента;
- систематизации и классификации информации;
- построение цепочек логических рассуждений;
- построение векторных картин сил или полей;
- запись уравнений (законов движения, проекций);
- решение многошаговых задач на построения (например, хода лучей в оптике);
- решение многошаговых задач на вывод формул и вычисления;
- построение графиков зависимостей физических характеристик;
- проведение преобразований, связанных с единицами измерения.

Вид экрана для заданий различного рода представлен на рисунке 4. Интерактивные задания, репетиторы, тренажеры образуют в «Интер@активной физике» систему с уровневой организацией, которая обсуждается в работе [20].

С позиций использования ЭСОН как средства усиления деятельностной компоненты процесса учения и его индивидуализации интерактивные задачи и интерактивные тренажеры являются основным типом учебных объектов, назначение которых – формирование знаний, умений, навыков и компетенций. Экспертная система регламентирует на этапе тренажа необходимые шаги (дает ориентировочную основу действий), позволяет последовательно рассмотреть ключевые ситуации, пройдя их с постепенным повышением сложности заданий, оценивает правильность действий в измененных и нестандартных ситуациях, обеспечивает при необходимости возможность возврата к типовым ситуациям, реализуя цикличность процесса учения, осуществляет детальный контроль, проводит статистическую обработку результатов и отслеживает динамику развития учащихся.

Виртуальные учебные объекты обычно представлены в обсуждаемой среде в виде серий, тематически связанных групп, названных в работе [12] «мультиплетами». Такая группа может представлять изучаемый элемент знания в форме видеофрагмента или анимации с комментариями (предъявление нового материала с обратной связью в виде простых сопровождающих вопросов), одной или нескольких интерактивных моделей (демонстрация, исследование с открытием субъективно нового знания, лабораторная работа), серии интерактивных задач и тренажеров (формирование знаний и умений, отработка навыков), иллюстрированного текста, теста (проверка усвоения материала). Назначение мультиплета – обеспечить сопровождение изучения материала от фазы первого знакомства с ним, через углубление понимания, повторение и обобщение – до фазы контроля (рис. 5). Таким образом процесс учения оказывается выстроен в виде своеобразной технологической цепочки, которая может легко варьироваться с целью обеспечения индивидуализации обучения. Технологичность процесса учения для школьника или студента облегчает работу преподавателя. Типологии мультиплетов и обсуждению их особенностей посвящена работа [12].

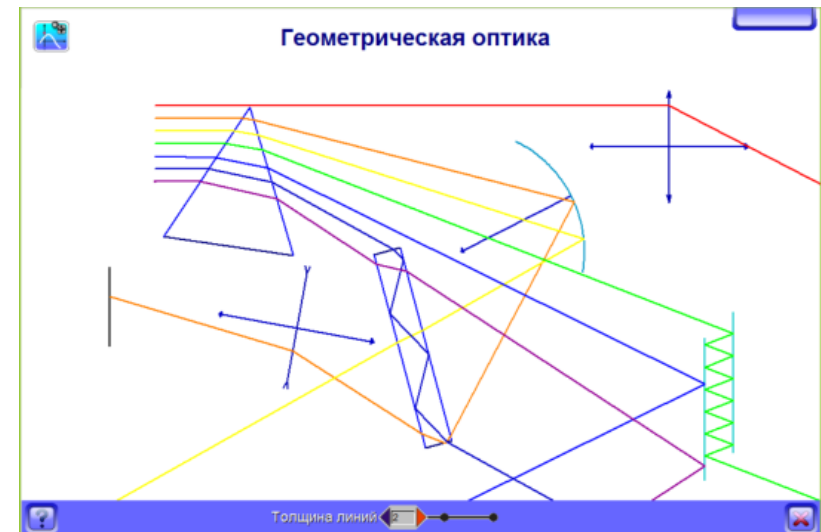
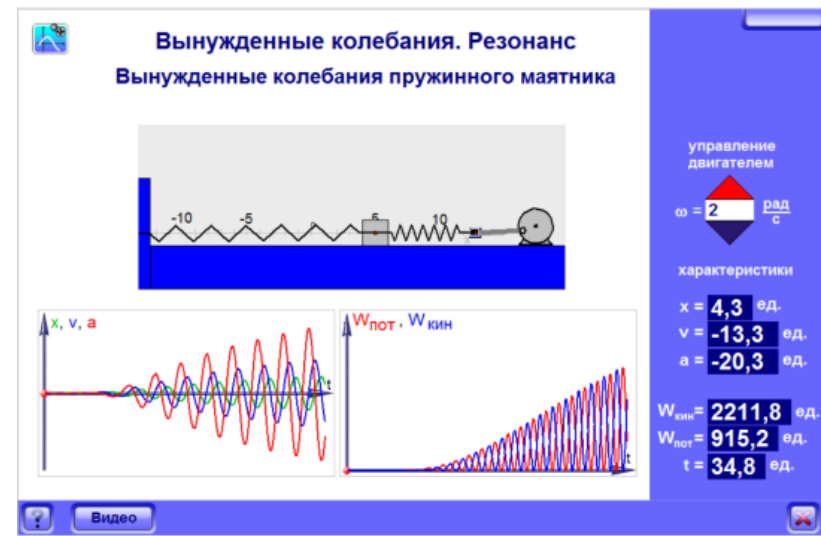


Рис. 3. Объекты интерактивного моделирующего компонента среды: модельная демонстрация, исследовательская модель, симулятор лабораторной работы, модельный конструктор

Равномерное движение тела по наклонной плоскости: определение массы при известной внешней силе

Тело движется равномерно вверх по наклонной плоскости под действием силы тяги, параллельной плоскости и равной 5 Н. Считая, что сила трения равна нулю, вычислите и постройте векторы действующих на тело сил и составляющих сил тяжести. Найдите массу груза. (Примите $g \approx 10 \text{ м/с}^2$).

Вектор	модуль	ед.	угол
$\vec{mg}$	10	ед.	270°
$\vec{mg}_x$	5	ед.	210°
$\vec{mg}_y$	9	ед.	300°
$\vec{N}$	9	ед.	120°

Шаблоны

- Вектор силы тяжести
- Проекция на ось x
- Проекция на ось y
- Сила реакции опоры

$m = 1 \text{ кг}$

Проекции 2-го закона Ньютона при движении по вертикали и по окружности. Задание 7

Груз, подвешенный на нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости так, что нить составляет с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Запишите 2-й закон Ньютона в проекции на координатные оси при помощи элементов конструктора формул.

Проекция на ось x:
 $ma = T \sin \alpha$

Проекция на ось y:
 $0 = -mg + T \cos \alpha$

Конструктор формул:

Символ	Значение	Функция
$ma = 0 =$		
mg	N	$F_{\text{тр}}$
$+$	$-$	
$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	
$\tan \alpha$	$\cot \alpha$	

Графики изопроцессов. Задание 8

Представьте данный процесс в координатах V - T и p - V .

Вопрос: ? →

Измерение характеристик колебаний. Задание 3

Определите частоту колебаний математического маятника. Для этого составьте формулу вычисления искомой величины через число колебаний ΔN и их продолжительность Δt , которые измерьте, используя предоставленные инструменты. Введите ответ (с точностью до двух значащих цифр). Укажите единицы измерения частоты.

Формула:
 $\nu = \frac{\Delta N}{\Delta t} = 0.5 \text{ Гц}$

Конструктор формул:

Символ	Значение	Функция
ν	$\frac{\Delta N}{\Delta t}$	
ω	$\frac{2\pi}{T}$	
A	x_{max}	a_{max}

Рис. 4. Объекты предметно-процедурного компонента среды: построение векторной картины сил, запись проекций закона движения, построение графиков, имитация физических измерений.

Виртуальные учебные объекты обычно представлены в обсуждаемой среде в виде серий, тематически связанных групп, названных в работе [12] «мультиплетами». Такая группа может представлять изучаемый элемент знания в форме видеофрагмента или анимации с комментариями (предъявление нового материала с обратной связью в виде простых сопровождающих вопросов), одной или нескольких интерактивных моделей (демонстрация, исследование с открытием субъективно нового знания, лабораторная работа), серии интерактивных задач и тренажеров (формирование знаний и умений, отработка навыков), иллюстрированного текста, теста (проверка усвоения материала). Назначение мультиплета – обеспечить сопровождение изучения материала от фазы первого знакомства с ним, через углубление понимания, повторение и обобщение – до фазы контроля (рис. 5). Таким образом процесс учения оказывается выстроен в виде своеобразной технологической цепочки, которая может легко варьироваться с целью обеспечения индивидуализации обучения. Технологичность процесса учения для школьника или студента облегчает работу преподавателя. Типологии мультиплетов и обсуждению их особенностей посвящена работа [12].

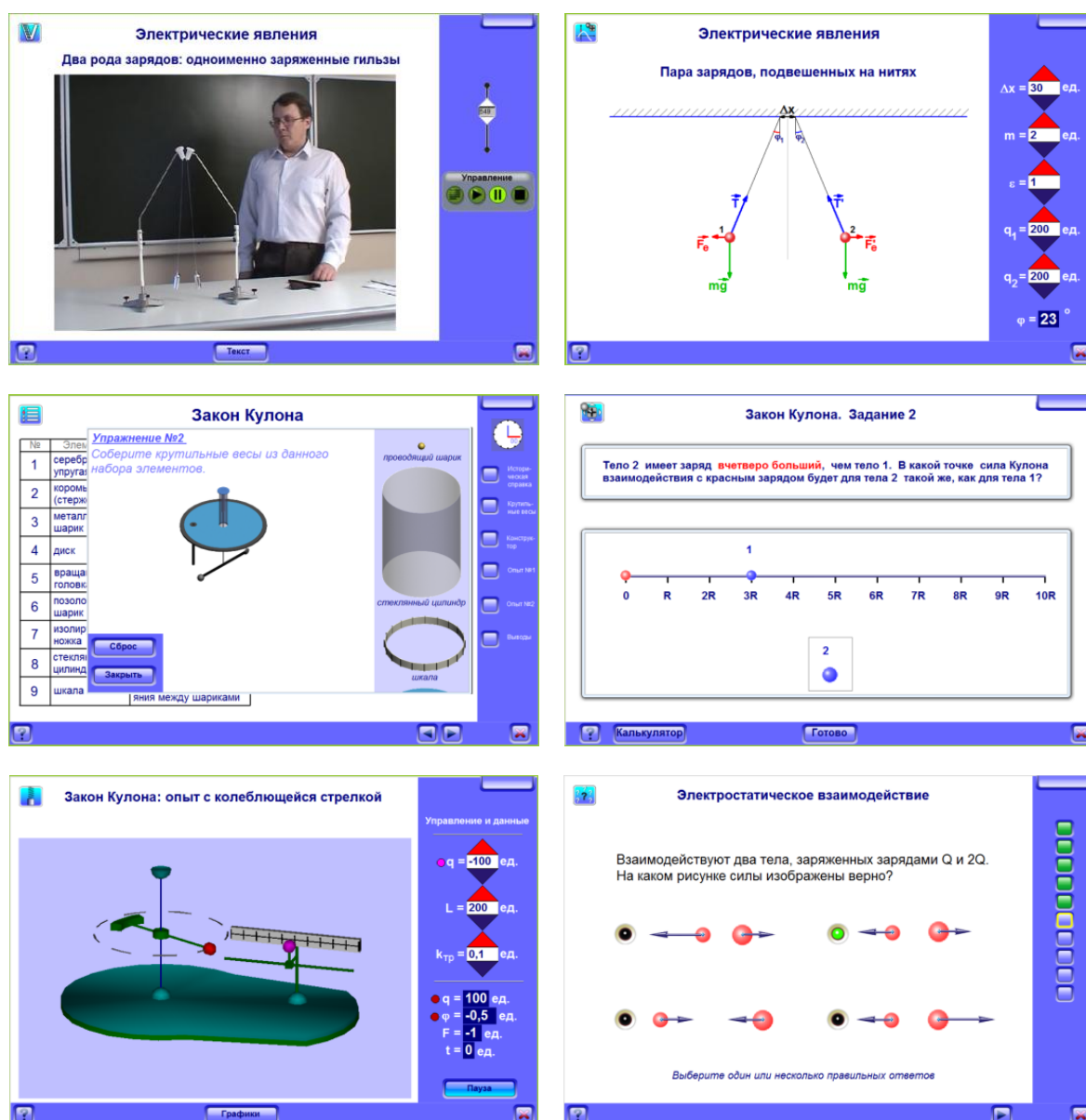


Рис. 5. Мультиплет по теме «Взаимодействие зарядов. Закон Кулона»: видеозапись демонстрационного эксперимента, демонстрационная модель, задание на сборку крутильных весов, задание на расчет соотношения сил взаимодействия зарядов, исследовательская модель, тест самопроверки

Каждый раздел среды завершается обобщающим блоком, который содержит интерактивные тренажеры и тесты по соответствующим темам. Результаты работы зарегистрировавшегося пользователя с виртуальными учебными объектами фиксируются экспертной системой для дальнейшей обработки и отображения в электронном журнале и системе мониторинга.

2. Среда «Интер@ктивная физика» содержит большое (и притом заведомо избыточное для любой фиксированной группы учащихся) число учебных объектов, поэтому возникает проблема их отбора для проведения занятия и последующего сохранения в компактном виде. Некоторые образовательные продукты (например, разработанные на платформе 1С: Образование) предусматривают такую возможность, но известные нам инструменты сложны и неохотно используются педагогами.

В нашем случае учителю предоставляется чрезвычайно удобный инструмент (идея О.И.Мухина) для компоновки объектов на визуально-манипуляционном уровне путем перемещения с помощью мыши «карточек», обозначающих объекты, в специальное окно «Книга» (на рисунке 6.1 оно выделено зеленой рамкой). «Книга», собранная для сопровождения урока, может быть сохранена под удобным именем для дальнейшего использования. Любой учитель может создать подборку «книг» для поддержки своих уроков в каждом классе (как и для выполнения учащимися самостоятельной работы, домашнего задания) и модифицировать эти «книги» по мере необходимости.

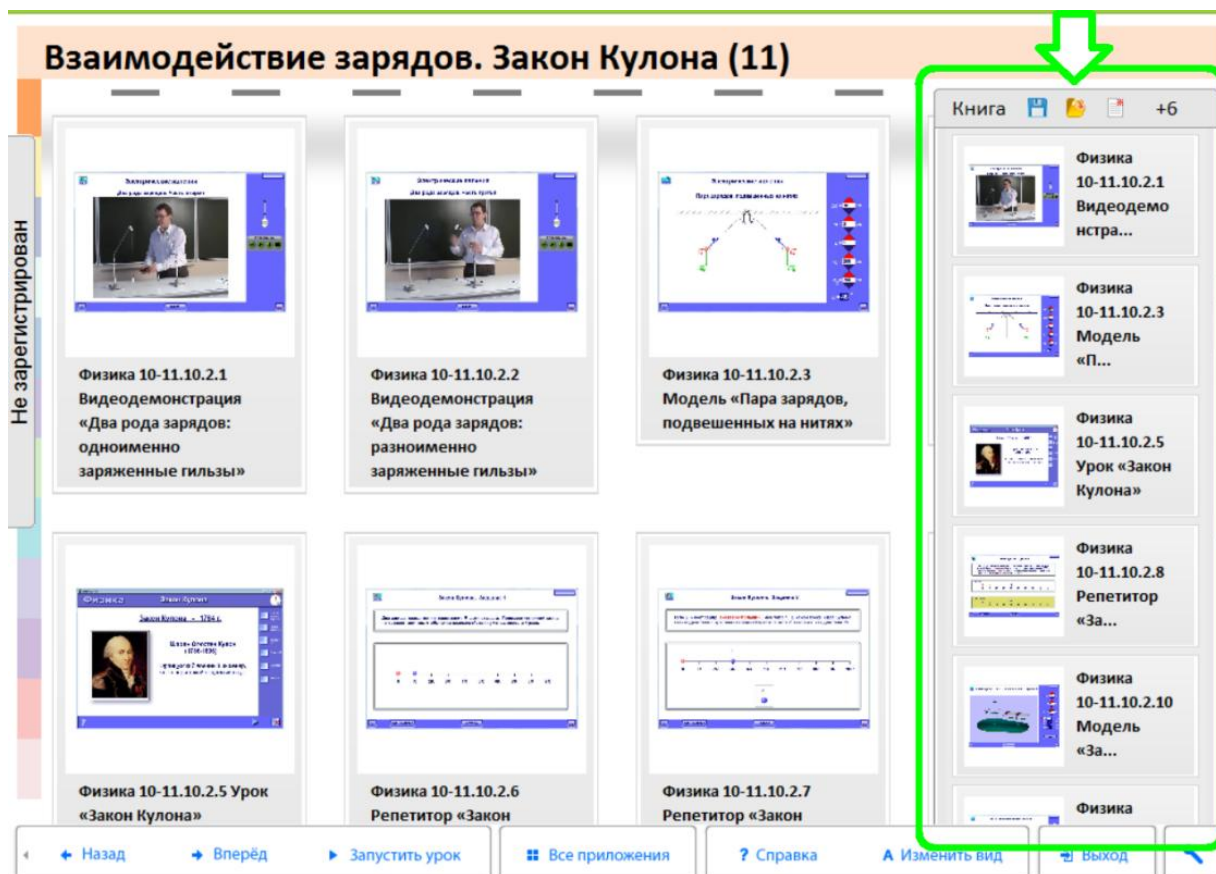


Рис. 6.1. Компоновка объектов для поддержки занятия в «книгу».

При использовании на занятии «книга» имеет вид ленты скриншотов (рис. 6.2), один из которых, выбранный с помощью мыши, отображается крупно и может быть активирован, то есть использован для загрузки самого интерактивного объекта.

Заметим, что пользователь (педагог или учащийся) не обязан использовать все компоненты «книги», внутренние средства навигации обеспечивают свободное перемещение между ее составляющими.

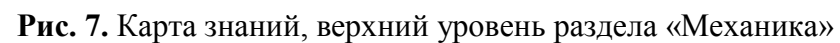


Рис. 6.2. Интерфейс «книги» при использовании на занятии

3. Среда «Интер@ктивная физика» включает в себя оригинальный инструмент систематизации изучаемого материала – карты знаний. В них структурно-логические модели учебной дисциплины совмещены с информацией электронного журнала.

Способам представления знаний в интеллектуальных системах посвящено значительно число работ, например, [14, 21–25]. Одним из таких способов являются структурно-логические модели предметных областей, предназначенные для систематизации учебной информации путем визуализации взаимоотношений и связей между понятиями, явлениями, законами, свойствами объектов, для отображения логики развертывания учебных дисциплин от общего к частному, от главного к второстепенному. Этот подход впервые был изложен в работе [24] и реализован в 1999 году в системе «Виртуальная физика» в виде совокупности полутора десятков разветвленных схем, связанных гиперссылками в единую информационную базу с моделями, видеофрагментами, задачами, гипертекстовой справочной системой, хронологическим каталогом развития физики и каталогом персоналий ученых (подробно описаны в недавней публикации [14]).

В современной версии учебной среды «Интер@ктивная физика» элементы структурной модели [25] также связаны с ВУО контента: по нажатию на элементе схемы правой клавиши мыши открывается список ВУО, содержательно с ним связанных, а по двойному щелчку происходит переход в соответствующую «книгу» (на рисунке 7 видно, что выбранный объект под курсором мыши автоматически укрупняется). В отличие от версии 1999 года непосредственно на элементах схемы отображаются в виде квадратов различного цвета отметки, полученные учащимся при работе с ВУО, в связи с чем такой вариант схемы получил название карты знаний. Достаточно беглого взгляда на карту знаний, чтобы составить впечатление об объеме и качестве выполненной учащимся работы. Непосредственно изнутри карты знаний возможна ликвидация пробелов, выполнение работы над ошибками.



Инструмент систематизации знаний состоит из почти двух десятков подобных карт, связанных с помощью навигатора и кнопок локальных переходов. На рисунке 7 кнопки таких переходов имеют вид голубых «лестниц», ведущих в подсхемы, более подробно раскрывающие содержание раздела механики.

Отметим, что учебная среда «Виртуальная физика» входила в 2002 г. в состав системы «Виртуальная школа», включавшей 7 школьных предметов, а «Интер@ктивная физика» является в настоящее время частью глобальной системы «Интеллектуальная школа», охватывающей 12 дисциплин, учебные среды которых выполнены в рамках общей концепции с использованием единых технологий.

4. Карты знаний отображают учебные достижения отдельного учащегося непосредственно внутри ЭСОН. Значительно большую открытость информации и широкие возможности сопоставления результатов обучения для разных учащихся и групп учащихся обеспечивает система интернет-мониторинга, единая для всей системы учебных сред «Интеллектуальная школа». Информация доступна для просмотра и анализа ученику, учителю, родителям, администраторам образовательных учреждений (ОУ), руководителям системы образования муниципального и регионального уровней.

Для отдельного учащегося система мониторинга позволяет (рис. 8) получать информацию следующих типов: портфолио по предмету, ежедневный отчет, листинг всех результатов, выборка отметок по избранным критериям (дисциплина, период времени, тема). В случае, когда задание решалось учащимся несколько раз, сохраняются данные по всем попыткам с возможностью выведения средних, либо последних, либо лучших результатов. Для учащихся внутри класса или учащихся нескольких классов одного ОУ ведется журнал, составляются рейтинги, сравнительные таблицы, выборки отметок по избранным критериям. Для различных классов ОУ и для выборки ОУ в целом также составляются рейтинги и сравнительные таблицы по избранным критериям. На муниципальном и региональном уровне формируется интерактивная карта, на которой с помощью цветовых и числовых индикаторов отображаются показатели разных ОУ.

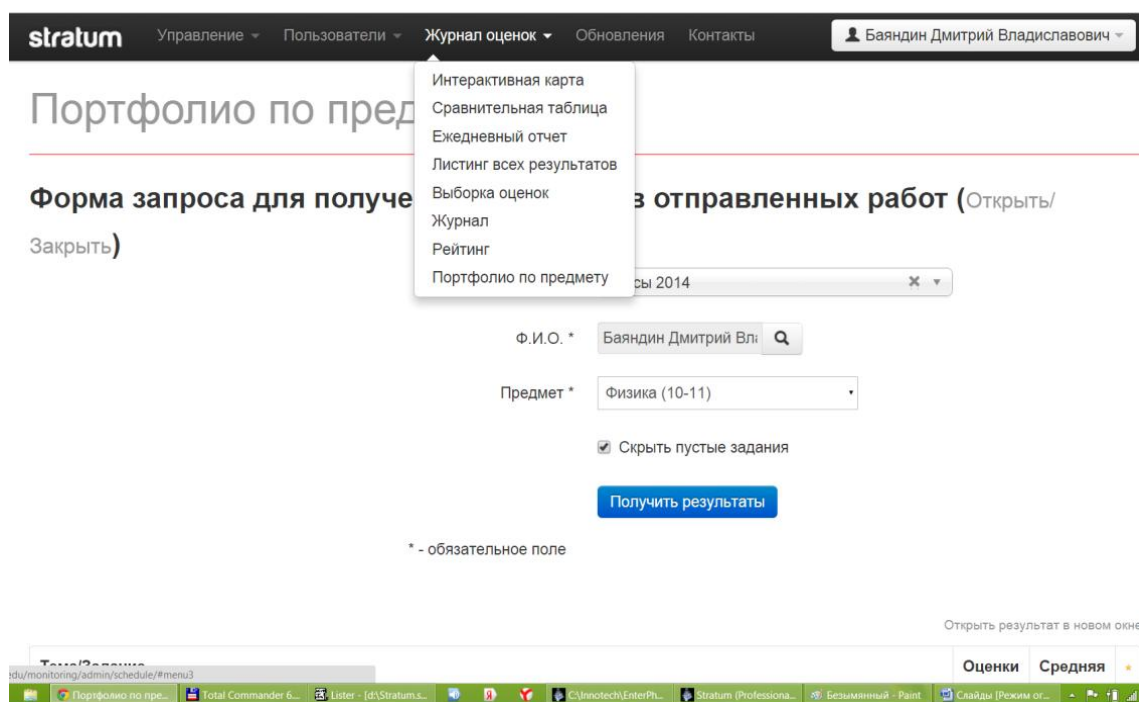


Рис. 8. Заглавная страница системы мониторинга комплекса учебных сред «Интеллектуальная школа»

Таким образом, обсуждаемая виртуальная среда обучения содержит объемный и разнообразный контент и ряд инструментов для управления процессом обучения.

Комплекс интерактивных тренажеров по физике

Задания интерактивных тренажеров направлены на формирование базовых знаний, умений и навыков, необходимых для решения физических задач и проведения измерений с помощью основных физических приборов. Реализуют деятельностный подход и обеспечивают индивидуализацию обучения. Предназначены для средних и старших классов, а также для подготовки выпускников средней школы к ЕГЭ. Могут быть полезны студентам младших курсов вузов, обучающимся на естественнонаучных и технических специальностях, при недостаточной базовой подготовке.

Для повышения уровня подготовки обучающихся по физике и улучшения результатов промежуточного и итогового тестирования целесообразно использовать задания, предполагающие не выбор одного из нескольких предложенных вариантов ответа или его ввод в виде числа (слова), а выполнение выверенной последовательности активных действий, возможность которых обеспечивает развитый манипуляционно-графический интерфейс продукта. Этот интерфейс обеспечивает среда разработки – инструментальная система Stratum–2000.

Тренажеры представляют собой «сериалы» тематически связанных, обладающих содержательной преемственностью, шаг за шагом усложняющихся заданий, большинство из которых многовариантны. В рамках тренажера учащийся последовательно и самостоятельно разбирает все ключевые ситуации для некоторого класса задач. Системность рассмотрения вкупе с целенаправленностью и осмысленностью манипуляций графическими и текстовыми объектами обеспечивают усвоение и фиксацию действий и связанных с ними знаний, умений и навыков, в результате чего в сознании ребенка складывается устойчивая и ассоциативно связанная совокупность представлений и операциональных компетентностей. Экспертная система тренажера осуществляет пошаговый контроль правильности действий ученика, давая контекстные реакции на ошибки, чем обеспечивается формирование индивидуальной траектории обучения. Для учителя существенно снижаются объемы рутинной работы – многократных детальных объяснений с контролем освоения каждого элемента.

Возможны следующие варианты использования тренажерных комплексов:

- а) объяснение преподавателем приемов решения задач и выполнения измерений с использованием мультимедийного проектора и, по возможности, интерактивной доски;
- б) проведение уроков фронтальной работы типа «мозговой штурм» решения интерактивных задач при поочередной работе учащихся на одном компьютере;
- в) работа-соревнование при работе групп учащихся на двух-трех компьютерах;
- г) индивидуальный практикум по решению задач в компьютерном классе, желательно оснащенном локальной сетью;
- д) текущий и рубежный контроль знаний;
- е) повторение и систематизация материала, выполнение части домашних заданий.

Компьютерная система ведет электронный журнал, отражающий в различных формах успехи учащихся. Комплексы сопровождаются методическими руководствами по использованию в двух версиях – для преподавателя и для учащегося.

Ниже дан перечень входящих в комплекс тренажеров с указанием их состава.

Избранные темы математики

1. Векторная алгебра 1: построение, проецирование, разложение на компоненты – 4 анимированных разбора задач, 8 заданий и повторительный тест
2. Векторная алгебра 2: сложение и вычитание векторов, умножение вектора на число, линейные комбинации – 10 анимированных разборов задач, 15 заданий и повторительный тест
3. График линейной функции – 3 модели, 2 анимированных разбора задач, 7 заданий и повторительный тест
4. График квадратичной функции – 4 модели, 5 заданий
5. График окружности – 2 модели, 2 задания

6. Значения тригонометрических функций – 16 заданий и повторительный тест
7. Обратные тригонометрические функции – 8 заданий и повторительный тест
8. Формулы приведения для тригонометрических функций – 8 заданий и повторительный тест

Введение в курс физики

1. Измерительные приборы и измерения (реальный визуальный ряд) – 10 заданий и повторительный тест
2. Измерительные приборы и измерения (синтетический визуальный ряд) – 14 заданий и повторительный тест
3. Измерение характеристик переменного тока с помощью осциллографа. Сложение колебаний на осциллографе – 3 модели, 10 заданий и повторительный тест
4. Статистическая обработка результатов измерений – 16 заданий и повторительный тест
5. Преобразования единиц измерения – 14 заданий и повторительный тест
- 6-8. Классификация терминов – три набора тем, всего 11 тем, четыре уровня сложности

Кинематика прямолинейного движения материальной точки

1. Анализ графиков характеристик (качественный уровень) – 11 заданий и повторительный тест
2. Построение графиков характеристик по качественному описанию движения – 10 заданий и повторительный тест
3. Запись уравнений и подбор графиков для типовых ситуаций – 8 заданий и повторительный тест
4. Анализ графиков характеристик (количественный уровень) – 10 заданий и повторительный тест
5. Построение графиков характеристик по количественному описанию движения – 10 заданий и повторительный тест
6. Графическое решение текстовых задач – 8 задач и повторительный тест

Кинематика других видов движения материальной точки

1. Закон сложения скоростей – 10 заданий и повторительный тест
2. Одномерное движение в поле силы тяжести – 8 многошаговых заданий (40 подзаданий)
3. Двумерное движение в поле силы тяжести – 3 многошаговых задания (25 подзаданий)
4. Измерение и вычисление характеристик равномерного движения по окружности – 6 заданий и повторительный тест
5. Кинематика равномерного движения по окружности – 12 заданий и повторительный тест

Законы Ньютона, силы в механике

1. Равнодействующая и условие равновесия – 10 заданий и повторительный тест
2. Точка приложения и направление основных сил – 11 заданий и повторительный тест
3. Первый закон Ньютона – 5 заданий, 24 подзадания
4. Построение векторов сил при движении по вертикали и горизонтали – 9 заданий и повторительный тест
5. Построение векторов сил при движении по наклонной плоскости – 8 заданий и повторительный тест
6. Построение векторов сил при движении по окружности – 9 заданий и повторительный тест
7. Запись уравнений проекций 2-го закона Ньютона при движении по вертикали и горизонтали – 9 заданий и повторительный тест
8. Запись уравнений проекций 2-го закона Ньютона при движении по наклонной плоскости – 8 заданий и повторительный тест
9. Запись уравнений проекций 2-го закона Ньютона при движении по окружности – 9 заданий и повторительный тест

10. Движение тела по горизонтальной или наклонной плоскости под действием внешней силы – *4 задания и повторительный тест*
11. Трехшаговые задачи о движении тела по вертикали и по горизонтали – *9 заданий и повторительный тест*
12. Трехшаговые задачи о движении тела по наклонной плоскости – *8 заданий и повторительный тест*

Статика

1. Равновесие для материальной точки – *8 заданий и повторительный тест*
2. Плечо силы. Баланс моментов сил – *16 заданий и повторительный тест*
3. Условие равновесия для твердого тела – *9 заданий, 36 подзаданий*
4. Равновесие в системе многих тел – *10 заданий*

Законы сохранения импульса и энергии

1. Изменение импульса при взаимодействии мяча со стенкой в условиях наличия поля силы тяжести – *12 заданий и повторительный тест*
2. Закон сохранения импульса для неупругих соударений – *6 заданий и повторительный тест*
3. Закон сохранения энергии – *3 цикла, 20 заданий*

Механические колебания

1. Общие представления о колебательном движении – *5 циклов, 33 задания*
2. Измерение и вычисление параметров колебаний – *5 заданий и повторительный тест*
3. Определение параметров колебаний по заданному закону движения – *10 заданий и повторительный тест*
4. Определение параметров колебаний и запись закона движения по графикам зависимостей характеристик от времени – *10 заданий и повторительный тест*
5. Качественный анализ графиков характеристик – *8 заданий и повторительный тест*
6. Анализ графиков колебаний: нули и экстремумы – *10 заданий и повторительный тест*
7. Доли периода и длины волны, фаза, смещение – *10 заданий и повторительный тест*
8. Гармонические колебания на векторных диаграммах – *11 заданий и повторительный тест*
9. Сложение колебаний – *10 заданий и повторительный тест*

Молекулярная физика

1. Агрегатные состояния вещества – *обобщающая таблица и 18 заданий*
2. Фазовые переходы: жидкость–газ – *12 заданий и повторительный тест*
3. Фазовые переходы: твердое тело–жидкость – *12 заданий и повторительный тест*
4. Давление в твердых телах, жидкостях и газах – *12 заданий*
5. Закон Архимеда. Плавание тел – *10 заданий, из них 6 многошаговых (27 подзаданий)*
6. Графики изопроцессов для идеального газа (качественный уровень) – *10 заданий и повторительный тест*
7. Графики изопроцессов для идеального газа (количественный уровень) – *12 заданий и повторительный тест*

Основы термодинамики

1. Теплота и теплоемкость при нагревании (охлаждении) и плавлении (отвердевании) – *12 заданий, из них 2 многошаговых (10 подзаданий)*
2. Теплота сгорания топлива и коэффициент полезного действия тепловых двигателей – *12 заданий и повторительный тест*
3. Первый закон термодинамики – *обобщающая таблица и 20 заданий*
4. Вычисление термодинамической работы по графикам – *4 многошаговых задания (68 подзаданий)*
5. Первый закон термодинамики: работа, внутренняя энергия, теплота – *10 заданий и повторительный тест*
6. Второй закон термодинамики. Тепловые двигатели – *10 заданий, из них 3 многошаговых (12 подзаданий) и повторительный тест*

Электростатика

1. Электростатическое взаимодействие. Закон сохранения заряда – 10 заданий
2. Поле системы точечных зарядов – 5 заданий и повторительный тест
3. Поле системы тонких плоскостей: проекции вектора напряженности – 10 заданий и повторительный тест
4. Поле системы тонких плоскостей: модуль вектора напряженности – 10 заданий и повторительный тест
5. Поле системы сфер: модуль вектора напряженности – 12 заданий и повторительный тест
6. Поле системы сфер: модуль вектора напряженности – 6 заданий и повторительный тест
7. Поток индукции ЭСП. Теорема Гаусса – 8 многовариантных заданий и повторительный тест
8. Электрическое поле в диэлектриках и на границах раздела сред – 10 многовариантных заданий и повторительный тест
9. Работа по перемещению заряда в ЭСП. Потенциал – 10 многовариантных заданий и повторительный тест

Законы постоянного тока

1. Электросопротивление. Закон Ома – 16 заданий
2. Соединения проводников. Мощность – 5 циклов, 40 заданий
3. Электрические измерения – 10 многовариантных и многошаговых заданий
4. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа – 14 заданий и 2 варианта повторительного теста

Электромагнетизм

1. Определение направления магнитных сил – 7 многовариантных заданий и повторительный тест
2. Магнитное поле прямого тока – 6 многошаговых заданий
3. Взаимодействие прямых токов – 9 многошаговых заданий
4. Поле прямого тока и пары параллельных токов – 5 заданий и повторительный тест
5. Принцип суперпозиции для магнитных полей – 10 заданий и повторительный тест
6. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции – 2 задания, 14 подзаданий
7. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца – 8 многошаговых заданий

Электромагнитные колебания

1. Определение параметров электромагнитных колебаний по закону изменения заряда со временем – 10 заданий и повторительный тест
2. Определение параметров электромагнитных колебаний по графику зависимости заряда от времени – 10 заданий и повторительный тест
3. Анализ графика зависимости заряда конденсатора от времени – 8 заданий и повторительный тест

Геометрическая и волновая оптика

1. Прямолинейность распространения света. Тень и полутень – 7 заданий
2. Закон отражения света. Построение изображения в плоском зеркале – 8 многошаговых заданий
3. Свойства изображений в сферических зеркалах – 12 заданий и повторительный тест
4. Графическое решение задач о ходе лучей в сферических зеркалах – 6 многошаговых заданий
5. Закон преломления света. Построение хода лучей – 9 многошаговых заданий
6. Преломление света на сферических поверхностях и в линзах – 8 многошаговых заданий
7. Свойства изображений в тонких линзах – 15 заданий и повторительный тест
8. Графическое решение задач о ходе лучей в тонких линзах – 14 заданий

9. Электромагнитные волны. Условия максимума и минимума интерференции – 6 *многошаговых заданий*
10. Дифракция света на дифракционной решетке – 8 *многошаговых заданий и повторительный тест*

Микромир

1. Явление внешнего фотоэффекта – 12 *заданий (4 многошаговых) и повторительный тест*
2. Строение атома. Ядерные реакции. Радиоактивность – 14 *заданий и повторительный тест*
3. Радиоактивность – *обобщающая таблица и 9 заданий*
4. Ядерная физика – 12 *заданий (4 многошаговых) и повторительный тест*

Результаты апробации и регулярная эксплуатация продукта

Апробация информационных и педагогических технологий, заложенных в основу образовательного продукта «Виртуальная физика», началась с 1995 года в отдельных школах Пермской области, оснащенных вычислительной техникой соответствующего уровня и имеющих в составе педагогических коллективов учителей – энтузиастов информатизации обучения физике. С течением времени эксперимент расширялся, росло количество вовлеченных в него педагогов и школ. Благоприятные условия для этого складывались в связи с опережающими темпами информатизации Пермской области по сравнению с большинством регионов страны. Основным механизмом популяризации продукта в педагогических кругах и его продвижения в школы, помимо учительских конференций, состоял в регулярном проведении курсов повышения квалификации и двухуровневых стажировок при Пермском областном ИПКРО, через которые прошло почти сто учителей физики.

В 2002 году экспертный совет при администрации Пермской области признал проведенную апробацию интерактивной обучающей системы «Виртуальная физика» успешной. В связи с этим продукт получил гриф «Рекомендовано в качестве учебного пособия по курсу физики для средних образовательных учреждений» в региональной системе образования (решение научно-педагогического совета от 28.02.2002, приказ № 47 от 4.03.2002 Департамента образования и науки Пермской области).

С 1999 года эксперименты по внедрению элементов компьютеризованного обучения проводились в Пермском государственном техническом университете со студентами электротехнического факультета при изучении курса общей физики. Интерактивные модели и тренажеры из состава среды использовались в режиме индивидуальной работы студентов в компьютерном классе как одного из видов деятельности в рамках лабораторного практикума. Содержание такой деятельности и полученные результаты опубликованы в работе [19]. Позднее видеозаписи демонстрационного эксперимента и интерактивные модели стали также использоваться при проведении лекционных занятий.

В 2006–2008 гг. Институт инновационных технологий принимал участие в реализации проекта «Информатизация системы образования» Национального фонда подготовки кадров, в том числе был разработан инновационный учебно-методический комплекс (ИУМК) «Физика-10», состоящий из трех модулей: для кабинета физики (проведение фронтальных занятий), для компьютерного класса (индивидуальная работа и работа в малых группах) и для самостоятельной работы. Апробация ИУМК проходила в школах Калуги, Красноярска и Перми. Объекты, составляющие ИУМК, представлены в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>). Впоследствии значительная часть контента ИУМК была переработана и вошла в состав среды «Интер@ктивная физика».

С 2006 года элементы контента «Интер@ктивной физики» используются при изучении дисциплин педагогического профиля на занятиях со студентами физического факультета Пермского государственного педагогического университета. С 2013 года

программный продукт играет роль основного компонента полнофункциональной виртуальной среды обучения физике для студентов, обучающихся по профилю бакалавриата «Информационные технологии в образовании» (направление подготовки «Информационные системы и технологии»). Особо следует отметить, что наиболее интенсивно программный продукт используется как средство организации самостоятельной работы студентов, которые в соответствии с требованиями вуза сдают ЕГЭ не по физике, а по информатике, так что входной уровень их обученности физике оставляет желать лучшего. Компьютерная среда, прежде всего интерактивные тренажеры, позволяют до некоторой степени реабилитировать школьную базу и подготовить студентов к восприятию вузовского курса физики. Подробное описание использованной методики и результатов обучения можно найти в работах [26–27].

В течение описанного периода обучающая среда «Интер@ктивная физика» распространялась по средним и высшим учебным заведениям России и Казахстана. Всего было охвачено около 80 образовательных учреждений. Кроме того во многих школах страны успешно, судя по косвенным признакам, использовались отдельные объекты среды, вошедшие в совместные с фирмой 1С: электронные издания [15–16].

Период широкой и регулярной эксплуатации программного продукта начался с 2012 года, когда Министерство образования и науки Пермского края реализовало проект «Виртуальная физическая лаборатория», в рамках которого в 650 школ региона были поставлены мобильные компьютерные классы для оснащения ими кабинетов физики в комплекте с двумя программными продуктами – «Виртуальная физическая лаборатория» издательства «Дрофа» и «Интер@ктивная физика» Института инновационных технологий (ИИТ). С целью создания условий, благоприятных для внедрения в учебный процесс технологий электронного обучения, в следующие три года (2013–2015) сотрудниками ИИТ под эгидой педагогического университета проводились массовые курсы повышения квалификации, на которых технологиям и методикам, заложенным в образовательный продукт, было обучено около 500 учителей физики края. Особое внимание уделялось вопросам использования технологий компьютерного моделирования при различных формах занятий и организации индивидуальной работы учащихся с интерактивными заданиями и тренажерами. Курсы имели практическую направленность, поэтому значительная часть занятий проходила в форме индивидуальной работы педагогов на компьютерах. Выпускная квалификационная работа состояла в разработке сценария урока с использованием объектов компьютерной среды, проведении на его основе открытого урока и составлении отчета, содержащего анализ прошедшего занятия, прежде всего в плане результатов применения цифровой составляющей и успешности ее сочетания с обычной методикой.

Наблюдение за ходом внедрения продукта в школах края (в том числе через систему интернет-мониторинга) показало, что многие учителя приступили к его применению, но при этом, к сожалению, тяготеют к использованию его во фронтальных формах работы, прежде всего при объяснении нового материала. Нередко это связано с тем, что компьютеры, предназначенные для «физической лаборатории» используются по большей части на уроках по другим дисциплинам, в основном, информатике. В то же время известны случаи, когда учителя физики, не прошедшие курсы, самостоятельно осваивали самые продвинутые формы организации занятий с использованием среды «Интер@ктивная физика».

Во всех описанных выше случаях были отмечены локальные или системные положительные результаты в смысле появления у обучаемых дополнительной мотивации к учению и повышению уровня обученности. Обнаружены и определенные трудности, выявлена необходимость в развитии методики применения электронных средств образовательного назначения, что также обсуждается в работах [26–27].

Модель процесса компьютеризованного обучения

В педагогической литературе описаны различные модели процесса обучения, в том числе компьютеризованного (см., например, работу [9, с. 61–68]). Проведенные нами эксперименты в техническом и педагогическом университетах Перми и обобщение опыта учителей физики Пермского края позволяют уточнить модель обучения в случае использования полнофункциональной предметно-ориентированной среды.

На рисунке 9 модель обучения раскрыта на трех уровнях:

- источники информации;
- формы организации учебного процесса;
- виды учебно-познавательной деятельности.

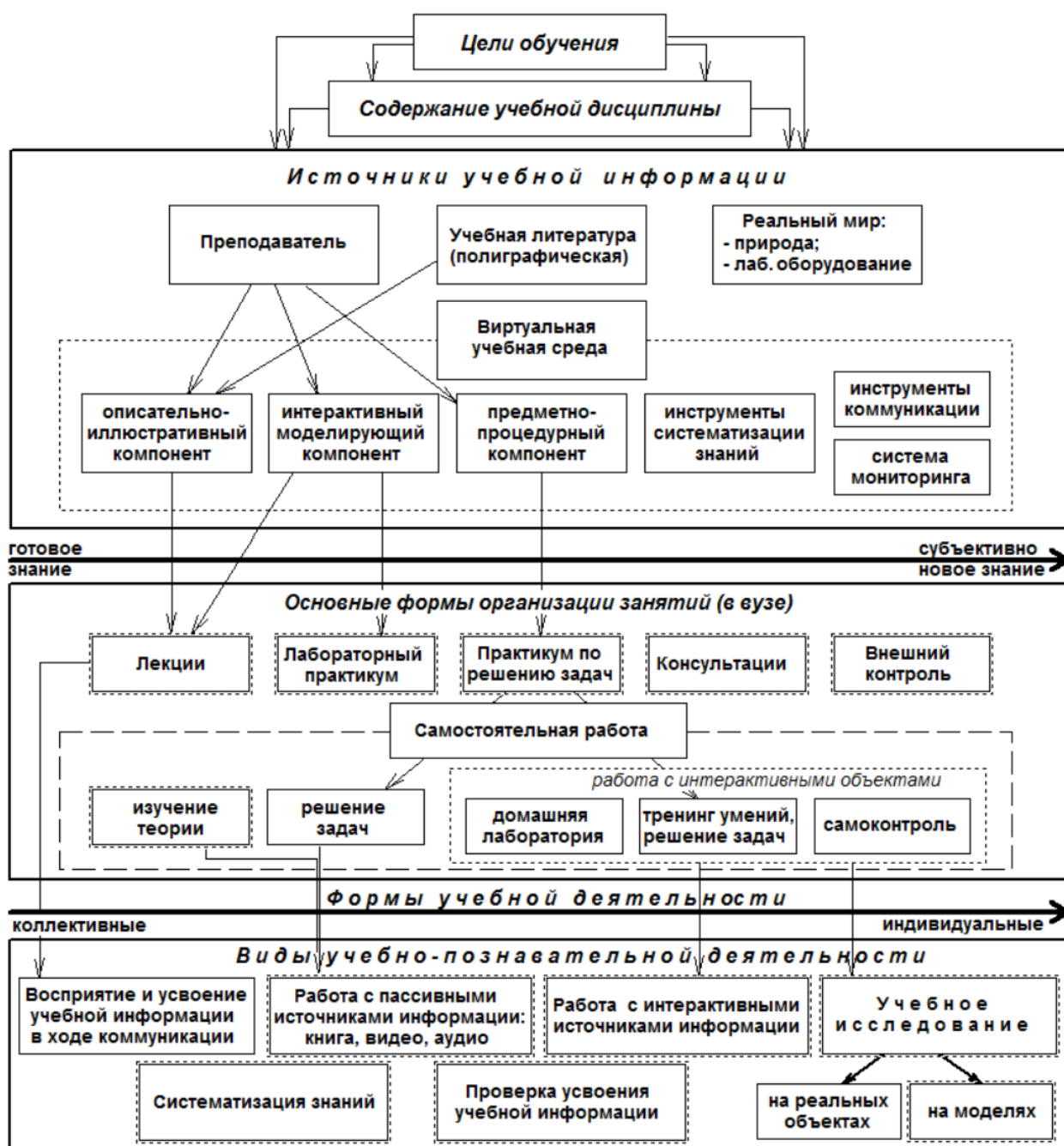


Рис. 9. Информационно-дидактическая модель компьютеризованного обучения

Современная информационно-образовательная среда основана на четырех источниках информации. Это преподаватель, учебная литература в виде традиционной книги, окружающий мир с его естественными объектами и явлениями (природа) и рукотворными объектами («вторая природа»), а также виртуальная учебная среда. На схеме виртуальная среда детализована на уровне ее компонентов, приведенных ранее на рисунке 1; эти элементы схемы объединяет пунктирная линия. На других уровнях схемы те блоки, которые в большей или меньшей степени отображаются в виртуальной среде, тоже отмечены пунктирной линией.

Элементы схемы на разных уровнях связаны друг с другом и находятся в определенном соответствии, которое, как правило, не является взаимно однозначным. По этой причине невозможно отобразить многочисленные связи объектов, не перегружая изображение. Поэтому на рисунке 9 стрелками указаны не все связи, а только наиболее важные или неочевидные. Более того, объекты разных уровней образуют не пары, а ветвящиеся цепочки, так что даже стрелки не позволяют однозначно отслеживать такие конструкции. Их выделение реализуемо средствами интерактивного плаката, но за неимением такой возможности в тексте приведем лишь примеры построения существенных цепочек объектов, представленных на рисунке 9.

Пример цепочки, имеющей логическое начало на уровне источников информации: учитель использует предметно-информационный компонент виртуальной среды для обеспечения такой формы организации занятий как лекция, которой среди видов учебно-познавательной деятельности соответствует восприятие и усвоение учебной информации в ходе коммуникации.

Вторую цепочку начнем строить с уровня форм организации занятий: для практикума по решению задач источниками информации могут являться преподаватель, учебная литература и предметно-процедурный компонент виртуальной учебной среды; в ходе самостоятельной работы учащийся может проходить тренинг знаний и умений средствами виртуальной среды (то есть как вид учебно-познавательной деятельности реализуется работа с интерактивными источниками информации) и решать задачи традиционно, с использованием книги (вид учебно-познавательной деятельности – работа с пассивными источниками информации); также не исключено восприятие и усвоение учебной информации в ходе коммуникации, скажем, в режиме консультаций с учителем.

Аналогично – при еще большей разветвленности – выглядит цепочка, описывающая взаимосвязи для лабораторного практикума.

По причине неоднозначности формирования цепочек на рисунке упорядочим реализуемые на практике многочисленные формы ИКТ-поддержки учения, исходя из места в этом процессе учителя, который при любой технологии сохраняет за собой функции организатора предметного обучения. Выделим шесть групп таких форм.

1. Фронтальная работа класса под «директивным» воздействием учителя:

- изложение нового материала:
 - в форме лекции;
 - в форме проблемной беседы;
 - на основе демонстрационного эксперимента (компьютеризованного натурального или имитационного с применением LCD-проектора, интерактивной доски);
- методическое сопровождение фронтального лабораторного эксперимента;
- объяснение технологии решения задач;
- уроки повторения и закрепления учебного материала в форме диалога, при котором источником вопросов является учитель, использующий компьютер;
- сопровождение доклада, подготовленного учащимся (в данном случае замещающим учителя).

В этих случаях пара векторов потока информации направлена по линиям: учитель → – > компьютер → ученики и, наоборот, ученики → учитель. Таким образом, взаимодействие учащихся с компьютером представляет собой *опосредованный интерактив*.

2. Фронтальная работа класса при консультационном сопровождении учителя:

- уроки повторения и закрепления учебного материала в форме диалога, при котором источником вопросов является не учитель, а компьютер;
- уроки типа «мозговой штурм» при поиске решения проблемы или выработке схемы решения задач;
- выполнение учащимися многошагового задания или серии связанных заданий.

В этих случаях пара векторов основного потока информации направлена по линии компьютер → ученики и обратно; имеется также вспомогательный канал информационного взаимодействия учитель → ученики и обратно. Взаимодействие учащихся с компьютером представляет собой *истинный интерактив*.

3. Работа в группах при методической поддержке учителя:

- изучение нового материала с использованием обучающего сценария;
- работа с физической установкой, сопряженной с компьютером, который обрабатывает и визуализирует результаты эксперимента;
- работа с компьютерной моделью (эксперимент на готовой модели, модельное конструирование, создание новой модели), возможно с элементами соревнования групп;
- решение интерактивных задач или заданий из состава интерактивных тренажеров, возможно с элементами соревнования групп;
- работа с информационными материалами на локальном компьютере или в сети.

Имеется один канал информации: компьютер → ученики и обратно. Взаимодействие в форме *истинного интерактива*.

4. Индивидуальная работа учащихся на аудиторных занятиях

– при методической поддержке учителя:

- изучение нового материала с использованием обучающего сценария;
- тренинги по отработке базовых навыков, необходимых для экспериментального исследования или решения задач;
- решение интерактивных задач в рамках общеклассного или индивидуализированного маршрута;
- работа с другими разновидностями диалоговых систем;
– или без поддержки учителя;
- выполнение проверочных и контрольных работ;
- тестирование.

Информационное взаимодействие осуществляется по типу 3.

5. Самостоятельная индивидуальная или групповая работа учащихся дома или в «компьютерном читальном зале» (компьютерном классе в часы свободного доступа) по заданию учителя. Могут использоваться различные типы ресурсов – информационные (в том числе сетевые) либо демонстрационного, исследовательского или тренажерно-контролирующего характера. Информационное взаимодействие осуществляется по типу 3.

6. Самостоятельная индивидуальная или групповая работа учащихся в инициативном порядке, в том числе дистанционные формы получения дополнительного образования. В отличие от первых пяти групп форм ИКТ-поддержки учения здесь преподаватель может вовсе не иметь прямого контакта с учащимися. При такой работе могут использоваться ресурсы всех типов, перечисленных в пункте 5, и дополнительно – модульные текстово-графические системы для дистанционного обучения и самообразования.

Существенно, что на основе одного и того же виртуального учебного объекта (или их комплекса) могут быть организованы различные по форме организации учебные занятия. Например, обучающий сценарий может быть использован для проведения лекции, проблемной беседы, группового или индивидуального изучения нового материала в компьютерном классе или дома. Задания интерактивного тренажера полезны при объяснении приемов и способов решения задач, организации «мозгового штурма»,

групповом или индивидуальном тренинге. Интерактивная модель может выступать в качестве опоры при объяснении нового материала, объекта исследования в рамках лабораторного практикума, результата проектной деятельности. Эти примеры можно продолжать.

Подчеркнем еще раз, что наиболее важной и полезной особенностью обсуждаемого продукта, отличающей его от большинства разработок, является возможность средствами полнофункциональной виртуальной среды обучения организовывать индивидуальную работу учащихся, причем делать это технологично, без роста трудоемкости работы учителя.

Возвращаясь к обсуждению рисунка 9, отметим, что большая часть элементов модели компьютеризованного обучения отображается в виртуальной среде (отмечены пунктирными линиями). Это означает, что классическая информационно-образовательная среда находится на грани полного поглощения виртуальной средой. При этом стирается отличие между учебными объектами, представленными в материальном и в виртуальном мире: например, становится несущественным, где размещены тексты и изображения – в реальной книге или на экране компьютера. Существенным атрибутом становится не носитель информации, а технология работы с ней. В работе [9] деятельность с использованием компьютера выделяется в отдельный класс (группу видов учебной деятельности). На наш взгляд, в условиях информационного общества модель обучения и ее внутренние классификации следует строить без привязки к материальным носителям информации. Более важен тип информации, способ ее обработки, используемая информационная технология. Традиционные технологии обработки информации (чтение, визуальное восприятие, сопоставление, анализ, поиск закономерностей, построение мысленной либо материальной модели, прогнозирование) дополняются технологиями компьютерного моделирования и ведения интерактивного диалога с компьютерными экспертными системами. Таким образом компьютерная система выступает как продолжение человеческого мозга (и, отчасти, рук). Традиционные и новые технологии обработки информации используются при работе с различными видами учебных объектов – текстами, изображениями, видеоматериалами, лабораторными установками, материальными и компьютерными моделями, интерактивными и традиционными заданиями.

Сказанное означает, что (как ни странно это может показаться на первый взгляд) появление и развитие виртуальной составляющей информационно-образовательной среды не влечет за собой революционных изменений в методике обучения. Скорее можно говорить о воплощении принципа соответствия: прежняя модель обучения является частным случаем новой. Различные компоненты виртуальной образовательной среды органично (но при необходимости учета их специфики) встраиваются в структуру традиционных форм организации занятий и видов учебной деятельности, разумеется, если субъекты образовательного процесса достаточно свободно владеют соответствующими информационными технологиями. Принципиальное изменение происходит не на методическом, а на техническом уровне: это возникновение потребности в компьютерной технике и сетевых технологиях.

Итак, новые информационные технологии, прежде всего математическое и компьютерное моделирование, породили новые виды средств обучения, но методика их использования не является принципиально новой. (Сказанное не означает, впрочем, что модернизированной методике преподавателей не нужно обучать.) При сохранении сути и обновлении формы методики обучения виртуальная среда может существенно повысить ее эффективность при условиях: 1) системного использования прежде всего высокоинтерактивных ВУО; 2) использования ВУО в индивидуальной работе, при различных формах организации занятий, включении их во все виды учебной деятельности.

Моделирование и основные жанры интерактивных проектов

Остановимся более углубленно на важнейших из данных в глоссарии понятий.

Под моделированием в широком смысле понимают способ отображения и познания действительности, состоящий в замещении исследуемого феномена его *моделью*. Модель – вспомогательный реальный объект или абстракция, обладающая существенными чертами исходного объекта или явления, используемая для изучения этого объекта или явления и обладающая прогностическими свойствами.

Интерактивной компьютерной моделью назовем программную систему, которая способна интерпретировать действия пользователя и адекватно реагировать на них, в том числе обеспечивать управление изучаемыми процессами. Такие системы в большинстве случаев отображают внешний вид и поведение объекта, взаимосвязи его характеристик, а также визуализируют глубинные, скрытые в реальном мире от глаз и приборов процессы и даже реально не существующие или не имеющие внешнего вида понятия. Система визуализации обеспечивает предъявление изображения и поведения объекта в реальном или фазовом пространстве в натурном или абстрактном виде (графики, информационные транспаранты, цветовая индикация, диаграммы – векторные, столбчатые, цифровые, цветовые).

Основное отличие динамической интерактивной модели от других типов виртуальных учебных объектов состоит в том, что в ее основе лежит математическая модель, в известных границах адекватно и полно описывающая изучаемый феномен. В структуре интерактивной модели можно выделить математическое ядро, систему управления с блоком ввода данных и систему визуализации.

Исходя из формальных признаков, связанных с особенностями структуры, внутри класса динамических интерактивных моделей можно выделить модели, предназначенные для *демонстраций, исследования и конструирования*. Добавление *экспертной системы*, диагностирующей и направляющей действия учащегося, позволяет строить *интерактивные тренажеры и интерактивные задачи*.

Демонстрация обычно строится на основе модели, имеющей небольшое число доступных пользователю степеней свободы и позволяющей наглядно иллюстрировать явление или поведение объекта в целенаправленно создаваемых условиях. Математическое ядро такой модели может быть как простым, так и сложным, но характерной особенностью является упрощенная система управления. Подчеркнем, что лаконичность системы управления связана не с особенностями ядра модели, а с методическим аспектом: внимание учащегося должно быть сосредоточено на основных проявлениях изучаемого феномена, не рассеиваясь на чрезмерном богатстве возможностей управления.

Исследовательская модель (модельный лабораторный стенд) предоставляет пользователю значительное число «рычагов управления» и обеспечивает исследование и анализ различных сторон моделируемого явления, особенностей поведения объекта при свободном выборе последовательности воздействий и их интенсивности. С точки зрения структуры этот виртуальный учебный объект обладает развитой системой управления и системой визуализации «с запасом» изобразительных средств (либо моделирующая среда позволяет их пополнять в ходе работы).

Модельный конструктор основан на наборе элементов, позволяющих пользователю собрать на экране и таким образом *спроектировать* новую систему, чтобы затем исследовать ее. Математическое ядро в этом случае имеет самую сложную, иерархическую организацию. Система управления развитая, вдобавок желательно, чтобы моделирующая среда позволяла ее модифицировать. Система визуализации состоит из того же рода блоков отдельных элементов; дополнительные средства визуализации могут подключаться пользователем опять-таки за счет возможностей среды моделирования. В плане гибкости, адаптивности к запросам пользователя конструкторы – высшая форма модельных объектов.

Интерактивные задачи и тренажеры не только описывают некоторую сущность в пределах предметной области, но и обеспечивают возможность достижения пользователем поставленной цели путем перемещения объектов, манипуляций с инструментами, графических построений и других действий, а не просто путем выбора ответа или ввода числа (слова). Благодаря наличию в своей структуре экспертной системы они способны диагностировать действия пользователя и оценивать его правильность.

Интерактивная задача – программная система, предполагающая совершение при выполнении задания выверенной последовательности активных действий, которые обеспечиваются развитым *манипуляционно-графическим интерфейсом*.

Интерактивный тренажер – программная система, предназначенная для освоения технологических приемов и отработки навыков, необходимых при решении задач или работе с приборами и оборудованием (например, в физике это – оценка погрешности измерений, отображение функциональных зависимостей в форме таблиц, графиков, формул).

Манипуляционно-графический интерфейс позволяет подавать на модельное ядро управляющие воздействия и всесторонне визуализирует изучаемый феномен, а кроме того предоставляет возможности операций с изображениями объектов, фрагментами текста; построения отрезков, векторов, ломаных, окружностей, углов, графиков функций; измерения расстояний, углов, то есть всего того, что ученик делает при решении задач в тетради, – при постоянном контроле этих действий экспертной системой. Это дает возможность ставить задания на установление соответствия между текстовыми или графическими объектами, на составление фраз (определений, формулировок законов) из предложенных фрагментов; строить картины действующих на тела сил как на качественном (какие и как направлены), так и на количественном (каковы их величины) уровне, картины электрических и магнитных полей (например, проводить их расчет на основе принципа суперпозиции); строить разнообразные графики зависимостей характеристик от параметров задачи и т. д. Можно поставить задачу исследования того или иного эффекта на интерактивной модели с представлением результата в виде числа, графика, фразы для оценки экспертной системой.

Интерактивный тренажер, в отличие от задачи, – это последовательность тематически связанных, обладающих содержательной преемственностью, шаг за шагом усложняющихся заданий. Выполняя их, учащийся вынужденно последовательно и самостоятельно разбирает ключевые ситуации для некоторого класса задач. Системность рассмотрения вкупе с целенаправленностью и осмысленностью манипуляций графическими и текстовыми объектами обеспечивают усвоение и фиксацию действий и связанных с ними знаний, умений и навыков, в результате чего в сознании учащегося складывается устойчивая и ассоциативно связанная совокупность представлений и операциональных компетентностей по изучаемой теме.

Методика проведения занятий с использованием интерактивных проектов

1. Получение и закрепление теоретических знаний

На этой стадии учения выделим такие режимы использования ИКТ:

1. Учитель использует при сопровождении изложения нового материала аудиовизуальный ряд, составленный из имеющихся в его распоряжении виртуальных учебных объектов. Как правило, такое занятие происходит в предметном кабинете с использованием интерактивной доски или мультимедийного проектора.

В *приложении 2* дан пример построения урока изложения нового материала на серии интерактивных моделей из состава ИУМК «Физика-10». Рассматриваются вопросы, связанные со статистическим описанием систем частиц, понятием теплового равновесия, распределением Максвелла по скоростям, введением понятий концентрации, давления и температуры, иллюстрацией проявлений основного уравнения молекулярно-кинетической

теории газов. Использование модельного подхода позволяет подать этот материал доступно, наглядно и достаточно корректно, сформировать у учащихся устойчивые и физически верные представления о тепловых явлениях.

Заметим, что описанный режим работы может быть полезен не только на этапе первоначального знакомства с темой, но и на этапе ее закрепления; в этом случае еще более расширяются возможности проблемного подхода к обучению.

2. В основу изложения нового материала может быть положена и единственная интерактивная модель (или другой достаточно богатый по возможностям объект), вписанная в канву обучающего сценария. В его рамках возможно исследование модели в различных режимах, а также выполнение сопутствующих заданий, проверяющих усвоение материала. Таким образом, рассказ учителя перемежается работой учеников. Занятие может проходить в предметном кабинете с использованием мультимедийного проектора и интерактивной доски. Очевидно, что такой сценарий должен содержать абсолютный минимум текста и максимум интерактивного демонстрационного материала.

Достоинством данного режима ИКТ-поддержки является легкость для учителя использования обучающего сценария, который, в отличие от серии демонстраций, имеет четкую структуру и не требует долгой подготовки по проведению занятия.

Недостаток (вновь обратная сторона медали) – ограничение свободы и инициативы преподавателя. Этот недостаток сглаживается при наличии удобной навигации, дающей возможность рассмотреть лишь желаемые фрагменты, и умении учителя поставить сценарий в общий аудиовизуальный ряд урока наравне с другими виртуальными учебными объектами.

Наиболее соответствующими обсуждаемому режиму использования ИКТ на уроке нам представляются обучающий сценарий по теме «Закон Кулона», методика проведения урока по которому описана в *приложении 3*. На одном из скриншотов них представлено интерактивное упражнение по сборке крутильных весов, с которыми Кулон проводил один из своих опытов; на другом – автоматизированный модельный эксперимент, в котором иллюстрируется зависимость силы кулоновского взаимодействия от расстояния между зарядами. На основе этого программного материала на уроке может быть проведена лекция, проблемная беседа или самостоятельное изучение темы при работе в группах. Возможно также его использование при индивидуальной или групповой работе учащихся в компьютерном классе или дома.

3. На этапе закрепления материала в режиме самостоятельной работы в компьютерном классе или дома представляется целесообразным использование особого рода обучающих сценариев, содержащих расширенный аудио-визуальный ряд (прежде всего, динамический – видео, анимации, интерактивные модели, возможно, включенные в статический визуальный ряд, который для улучшения восприятия представляет собой максимально структурированное и лаконичное отображение учебного материала, например, в виде опорного конспекта), перемежающийся контекстно привязанными к его элементам вопросами, назначение которых – определить, насколько учащийся вник в учебную информацию, понял, проанализировал и усвоил ее. Ошибки в ответах являются поводом к повторному прохождению материала, его дополнительному осмыслению.

2. Обучение решению задач

Соответствующие этому виду учебных занятий режимы работы с использованием ИКТ расположим в порядке, соответствующем росту самостоятельности учащихся:

1. Объяснение порядка и способов решения задач учителем (с вызовом учащихся к доске для самостоятельного выполнения элементов решения и с интеллектуальной поддержкой их всем классом) – проходят в предметном кабинете с использованием мультимедийного проектора или интерактивной доски. Материал может подаваться в декларативной форме или в форме проблемной беседы; программный компонент на этом этапе не обязательно содержит экспертную систему, поскольку процесс полностью контролируется учителем.

2. Соревнование групп – относительно самостоятельное выполнение заданий учащихся на местах и у доски с поддержкой советами участников группы, методической помощью преподавателя и, как правило, реакциями экспертной системы.

3. «Мозговой штурм» – фронтальная работа класса по выполнению заданий практически без помощи учителя с поочередным выходом учащихся к доске или решением в тетрадах на местах с использованием результатов обсуждения. В этом и следующих режимах предполагается наличие встроенной в интерактивные задания экспертной системы.

4. Подготовка к тренингам – отработка ключевых и наиболее сложных этапов решения в режиме поочередного решения у доски. В отличие от «мозгового штурма» приветствуется самостоятельность решения на доске и в тетради; работа на оценку.

5. Тренинги – групповая или индивидуальная работа с интерактивными тренажерами в компьютерном классе, самоконтроль в усвоении важнейших элементов знания, овладение основными умениями, отработка базовых навыков; при необходимости методическая поддержка учителя.

6. Решение задач – групповая или индивидуальная работа с интерактивными задачами в компьютерном классе; задания имеют более комплексный характер, более высокую сложность; при необходимости методическая поддержка учителя.

7. Обучающие, тренировочные и контрольные тесты, контрольные работы – индивидуальная работа по выполнению интерактивных заданий в компьютерном классе, без поддержки учителя.

8. Самоподготовка в компьютерном классе во внеурочное время или дома с использованием личных компьютеров.

Возможная методика проведения урока по объяснению решения задач по динамике приведена в *приложении 4*. На одном из скриншотов видно, что в правой части экрана оставлена область для записи формул электронными карандашами; в левой верхнем углу расположен знак «+», позволяющий путем перемасштабирования растянуть область чертежа на весь экран.

3. Индивидуальный практикум по решению задач, тренаж умений и навыков

Методика использования тренажеров предполагает прохождение ряда этапов.

Сначала учитель следует на занятиях традиционной схеме, объясняя ключевые теоретические положения и отрабатывая с классом навыки, необходимые при решении задач изучаемой темы. Затраты времени на этом этапе могут быть для сильных классов ощутимо меньшими, чем при занятиях, не предполагающих последующего использования интерактивных тренажеров.

Второй этап – закрепление ранее полученных знаний, умений и навыков при тренаже в компьютерном классе. Именно здесь, в автоматизированном режиме проводится основной объем «черновой» работы, отработка деталей. В заключение второго этапа учащемуся предлагается контрольный тест, составленный из тех же задач, но с уменьшенным количеством подсказок (по выбору учителя).

Третий этап включает в себя повторное объяснение решения типовой задачи на доске и проведение традиционной письменной контрольной работы. Необходимость этого этапа связана с тем, что довольно значительный процент детей не переносит автоматически умения и навыки, выработанные с помощью компьютера, на задачи, представленные на бумаге. Помимо простого выявления таких случаев, письменная работа и последующий разбор ошибок способствуют «стыковке» навыков, полученных при использовании компьютера, и навыков, востребованных в традиционной технологии проверки знаний.

Четвертый этап, необходимый из-за быстрой утраты некоторыми учащимися полученных знаний, умений и навыков, – периодическое повторение, при котором чередуются традиционные и компьютерные тренинги в форме тестов. Отметим, что при использовании компьютерных тренажеров повышается эффективность повторительных тестов, они становятся действительно средством выработки навыков и диагностики

недостаточной степени их сформированности, а не просто способом заполнить журнал оценками. Тренажеры же выступают как инструмент повышения уровня подготовки.

На фоне третьего и четвертого этапов продолжается изучение темы: обобщение, выработка плана и собственно решение уже более сложных задач.

Выигрыш, который дают компьютерные технологии, выражается в том, что:

а) на втором этапе работа учащихся резко интенсифицируется, в то время как учитель, выполняющий функции консультанта, затрачивает усилия, сопоставимые с прилагаемыми при традиционной методике;

б) на третьем и, особенно, четвертом этапах работа учителя существенно облегчается, становясь при этом более эффективной;

в) «компьютерные» этапы могут быть вынесены за основную сетку часов в фазу самоподготовки (в том числе дома) или дополнительных занятий (что-то вроде работы студентов в читальном зале).

В целом, реализуется индивидуальный подход в обучении при стопроцентном охвате класса активной работой. В результате достигается заметное повышение объема и качества знаний, умений и навыков при сопоставимых или даже меньших затратах «звонкового» времени.

Положительный эффект при использовании описанной технологии заметен в большей степени для учащихся со средним и ниже среднего уровнями способностей и подготовки. Для некоторых многократное повторение является, к сожалению, чуть ли не единственным способом получить ненулевой уровень знаний, умений и навыков.

С другой стороны, учащиеся с хорошими способностями нередко грешат поверхностностью, и для них компьютерный тренаж имеет свой смысл, позволяя оперативно контролировать полноту усвоения базового материала, отсутствие «белых пятен».

Задания, проверяющие освоение учащимися различных видов деятельности, образуют четыре класса: а) на воспроизведение знаний; б) на применение знаний и умений в знакомой ситуации; в) на применение знаний и умений в измененной ситуации; г) на применение знаний и умений в новой ситуации. Тренажеры базовых умений и навыков процедурного характера, обсуждавшиеся выше, позволяют учащемуся в полной мере подготовиться к заданиям класса б, а также в значительной степени уменьшить опасность ошибок в заданиях классов в и г. Те же тренажеры в ряде случаев позволяют рационализировать подготовку к заданиям класса а за счет использования не только ресурса памяти, но и ресурса выработанной логики анализа ситуаций.

4. Интерактивные модели как лабораторный стенд

Возможность иллюстрации и изучения природных и техногенных объектов и явлений при помощи ИКТ всегда была привлекательной. Наибольшими возможностями в этом плане обладают *интерактивные модели*. На них можно воздействовать специальными инструментами, наблюдать реакции на эти воздействия, изучать их, прогнозировать *поведение* моделей, управлять ими, достигая определенных целей. То, что модель *обладает поведением*, ставит ее на высшую ступень в «интеллектуальной» иерархии компьютерных средств интерпретации информации и, соответственно, компьютерных средств обучения. Модель позволяет не только демонстрировать, но и исследовать закономерности функционирования тех или иных систем.

Модельные демонстрации относительно просты для использования на занятиях. Они обычно сопровождаются встроенным комментарием, который появляется во всплывающем окне при нажатии соответствующей кнопки. Однако нужно отметить, что пассивный просмотр демонстраций даже с прочтением комментария малоэффективен. Примерно такой же результат получается при коллективном просмотре учебных видеофильмов: без активного анализа увиденного и без фиксации результатов этого анализа учащийся, выходя из класса, быстро забывает практически не усвоенную информацию.

Урок будет полезным, если ученик занят активной манипуляционной и аналитической деятельностью. Ее необходимо организовать, в частности, обеспечить работу с тетрадью, которая после занятия сдается на проверку. К демонстрации (или группе демонстраций) могут быть заданы вопросы, ответы на которые учащийся заносит в тетрадь. Можно попросить проиллюстрировать рисунком изучаемые понятия, объяснить наблюдаемую закономерность, сравнить поведение модели, протекание процесса при различных условиях. Например, серия демонстраций о тепловом движении в газах, жидкостях и твердых телах может сопровождаться следующим заданием: проанализировать сходство и различия характера движения частиц в различных агрегатных состояниях, проследить изменения, возникающие при нагревании (охлаждении), объяснить причины обнаруженных эффектов; результаты сравнительного анализа занести в тетрадь.

Лабораторные работы на компьютере – самый активный, но и самый сложный вид учебной деятельности (за исключением работы с модельными конструкторами). Широкий спектр возможных воздействий на модель – это большая свобода, научиться пользоваться ею для учащегося очень непросто, и без помощи учителя успех маловероятен.

Отчет о работе следует оформлять так же, как и работу традиционного практикума: записывать в тетрадь название, цель, методы исследования, таблицы, графики, вывод. Желательна постановка конкретной задачи, которая должна быть решена в ходе выполнения работы, так чтобы результат был «измеряемым и проверяемым».

Учитель должен конкретизировать задания, адаптировать их под определенную аудиторию и условия – как в смысле объема работы и уровня сложности, так и в смысле степени детализации описания-инструкции для учащихся. Инструкции эти могут быть либо «защиты» в программном продукте, либо предоставляться в виде твердой копии. Некоторые учителя выдают «трафарет» отчета, который следует только заполнить числовой или текстовой информацией, затем проанализировать и сделать вывод. Подчеркнем еще раз, что степень детализации инструкции объективно различна для разных педагогов и разных по возрасту и подготовленности учащихся.

Опыт показывает, однако, что распечатанные на бумаге и предоставленные каждому учащемуся инструкции могут оказаться недостаточными для организации успешного, заинтересованного выполнения работы. Обнаружив признаки недобросовестной и незаинтересованной деятельности учащихся (хотя то же случается и с традиционными лабораторными работами), учителя зачастую оставляют попытки использовать модельный практикум и обращаются к более легким формам использования компьютера, как правило, всевозможным «объяснялкам» и системам тестов, либо вовсе возвращаются к «меловой науке». Учащиеся также охотно переключаются на понятные им тестирующие программы, которые обычно обладают невысокой степенью полезности, поскольку не позволяют проследить ход мысли ученика и сколько-нибудь серьезно корректировать его знания и систему мышления. Тренироваться в решении тестов можно и дома, а потенциально наиболее ценный материал – интерактивные модели – не используется в этом случае нигде.

По нашим наблюдениям, существенно лучше, чем инструкция на бумаге или на экране компьютера, воспринимается и настраивает на работу правильно организованный диалог, своего рода планерка, в начале занятия. Преподавателю нужно так построить этот, по сути дела, инструктаж, чтобы заинтересовать, заинтриговать учащихся, взять их в союзники и привести к результату. Школьники, как показывает анкетирование, воспринимают саму возможность контакта с учителем во время работы за компьютером очень позитивно. Напротив, если учитель устраняется от участия в занятии (в инструкции, мол, все написано), результат не будет высоким.

Дополнительным стимулом для качественного выполнения учащимися модельных работ может служить решение на заключительном этапе занятия интерактивных задач, связанных с модельным материалом. Возможно также решение в конце занятия традиционных, некомпьютерных задач.

Анкетирование учащихся в ходе проведенного нами эксперимента [4] показало следующее. Если учитель использовал текстовые инструкции и намеренно не вступал в обсуждение результатов модельного эксперимента, рейтинг компьютерных уроков по сравнению с другими формами занятий снижался (при положительном в целом к ним отношении). При устном обсуждении учащиеся подтвердили, что они болезненно переживают недостаток общения с учителем и испытывают внутреннее раздражение, не вполне понимая, что и зачем нужно делать. Во втором полугодии использовался вариант проведения занятий с обсуждением работы перед ее началом и поддержанием диалога по мере необходимости в дальнейшем. Обратная связь с учащимися показала, что если не все, то многие почувствовали вкус к работе с моделями, отношение к модельному практикуму улучшилось. При этом большинство проголосовало за сохранение и в дальнейшем соотношения реальных и компьютерных лабораторных работ в поддерживавшемся в течение года соотношении 1:1.

Развитие опыта планирования исследования, познавательных умений требует самостоятельности учащихся, но желательно наличие общей канвы, поясняющей, как это делается. В качестве таковой представляется удобным применять обобщенный план работы с динамическими интерактивными моделями. Следование обобщенному плану деятельности позволяет пользователю максимально полно извлечь заложенную в модель учебную информацию. Приведем вариант обобщенного плана (подробнее см. [16]).

- Уточните уровни доступа к работе с моделью (к блоку управления и ввода данных, расчетному блоку, блоку визуализации).
- Обратите внимание в блоке управления и ввода данных на параметры, значения которых могут быть заданы перед запуском и изменены в ходе расчета. Уточните перечень изменяемых элементов модели, выясните (назначьте) пределы и шаг изменения значений параметров. Проанализируйте возможности доступа к расчетному блоку и блоку представления результатов моделирования на экран.
- Рассмотрите различные состояния модели и понаблюдайте за особенностями ее работы, произвольно изменяя состав элементов модели и значения параметров в блоке управления. Опробуйте возможности управления моделью через блок обработки данных и блок визуализации.
- Сформулируйте цели изучения учебного материала на основе работы с данной моделью или цели самостоятельного исследования явления на основе модельного метода его описания.
- Разработайте план работы с моделью.
- Определите способы записи результатов работы.
- Изучите (исследуйте) работу модели в соответствии с намеченным планом. Зафиксируйте результаты работы.
- Выполните при необходимости математическую обработку полученных данных с помощью соответствующих стандартных инструментальных программ.
- Проанализируйте полученные результаты, сформулируйте выводы.
- Подготовьте устный рассказ (письменный отчет, компьютерную презентацию) о выполненной работе.

Приучать школьников к использованию обобщенного плана следует постепенно, начиная с выполнения отдельных его пунктов и последующего обсуждения результатов. Затем готовый план может быть представлен для дальнейшего использования в готовом виде, либо могут быть созданы условия для того, чтобы учащиеся сформулировали его самостоятельно, анализируя полученный опыт работы по частным инструкциям.

Модельные лабораторные работы могут быть классифицированы по уровню сложности задания, которое должен выполнить учащийся:

- типа «посмотри и запомни» готовый сюжет;
- «выбери наилучший из...»;

- «делай как я» (дублирование действий системы);
- «делай с нами, делай как мы, делай лучше нас» (опережение действий системы на один или более шагов);
- «посмотри и сделай вывод (обобщение)»;
- «выведи закономерность» (качественную или количественную, возможно, с построением таблицы, графика или формулы);
- «дай прогноз поведения системы» (дальнейшего во времени или при систематическом изменении условий);
- «сделай так, чтобы...» (задание начальных условий, реализующих определенный ход модельного эксперимента);
- то же с долговременным воздействием на модель (аналоговое управление пультом).

5. Контроль знаний

1. Тренажеры комплекса обычно содержат внутренний (локальный) итоговый тест, состоящий из заданий, входящих в тренажер, но в «усеченном» виде – с рассмотрением одной из нескольких рассматривавшихся в тренажерном варианте ситуаций. Использование таких тестов может рассматриваться как подготовка к традиционным контрольным мероприятиям. С другой стороны – это режим самоконтроля учащегося.

2. Текущий контроль знаний осуществляется с помощью тематических тестов, каждый из которых охватывает материал темы или одного из разделов курса. Имеется два вида тестов:

- а) тесты самоконтроля, в которых допускается исправление ошибки и повторная дача ответа; в этих тестах встречаются задания со множественным правильным ответом;
- б) контрольные тесты, в которых правильный ответ единственный; повторный ответ здесь не допускается.

Средства отображения информации о результатах обучения с использованием ресурсов комплекса описаны в отдельном файле.

Систематизация знаний на структурной модели дисциплины

Для значительных по объему комплексов актуальна проблема ориентации пользователя среди большого множества и широкого разнообразия виртуальных учебных объектов: видеодемонстраций, анимаций, интерактивных моделей, интерактивных тренажеров и задач, обучающих сценариев, блоков теоретических сведений и методических материалов. Для решения этой проблемы служат системы навигации. Наиболее распространенный способ организации тематического материала представляет собой нечто вроде систематического каталога, напоминающего оглавление учебника. Однако этому способу присущи известные недостатки: он имеет линейную или в лучшем случае древовидную структуру, основанную на единой логике упорядочения объектов, не позволяет связать все формы организации материала. Не решают всех проблем предметные и именные указатели. Наиболее полно и разносторонне, на наш взгляд, позволяет решить эту проблему такой способ организации материала, как структурно-логическая модель дисциплины, органично соединяющий все виды информационных материалов и виртуальных учебных объектов. В данном программном комплексе «дерево» структурно-логических моделей представлено в *карте знаний* (фрагмент такой карты был представлен на рисунке 7).

Элементами структурно-логической модели являются понятия и законы предметной области. Эти элементы отображаются на схеме (точнее, «дереве» схем, соответствующих разделам предметной области на различных масштабах) во взаимосвязях и аналогиях – смысловых, логических, гносеологических, «генеалогических», формальных. При этом каждый элемент структурно-логической модели может быть связан гиперссылками с

соответствующими текстовыми описаниями, графическими изображениями и виртуальными учебными объектами. Одновременно это и особый способ представления знаний, имеющий самостоятельную дидактическую ценность как при компьютерном, так и при традиционном обучении.

В большинстве случаев «движение» учащегося в среде изучаемого предмета происходит от частного к общему. В идеале эта система вполне удовлетворительна. Однако на практике внимание учащегося зачастую фиксируется на конкретных фактах, определениях, законах, в результате чего не усваивается их взаимосвязь, не происходит обобщение информации, не формируется система знаний. Ученик не понимает в этом случае, что является главным, а что – второстепенным, что есть причина, а что – следствие, какой закон – фундаментальный, а какой – частный, какова в целом иерархия элементов и блоков информации. Можно сказать, что «знание», которым обладает такой учащийся (кстати, тесты среднего качества оценят его уровень знаний весьма высоко), является *статическим*, в отличие от *динамического* знания, когда система дисциплины прочувствована, взаимосвязи и взаимовлияния ее элементов установлены и создана основа для дальнейшего интеллектуального роста.

Для того чтобы собрать воедино «осколки» знаний посредственного учащегося и сделать более стройной систему, сформировавшуюся у более сильных учеников, полезна поддержка учебной деятельности, при которой изучение материала происходит не только от частного к общему, но и от общего к частному. Речь идет о своего рода «путешествиях» по компьютерной энциклопедии базовых понятий изучаемой дисциплины, представленной в форме обобщающей схемы – *структурно-логической модели* изучаемой области знания.

Виртуальные учебные объекты, прежде всего интерактивные модели, образуют в такой энциклопедии активную среду, поскольку, во-первых, все они объективны в своей основе и обеспечивают свою вычислимость, а не только имеют визуальную запись; во-вторых, они не изолированы друг от друга, а, наоборот, связаны в сеть по классификационным свойствам.

По описанному принципу построена карта знаний в «Интер@ктивной физике». На верхнем уровне она представляет собой иерархизированную графическую гипербазу, элементы которой связаны с систематизированными библиотеками интерактивных моделей и задач. Геометрические фигуры, изображающие понятия, явления, законы, свойства представляют собой «кнопки», нажимая которые пользователь попадает в каталоги системы, содержащей соответствующие виртуальные учебные объекты. На блоках карты знаний отображается информация об успешности работы с виртуальными учебными объектами, в том числе оценки за выполнение интерактивных заданий (репетиторов, тренажеров) и решение тестов.

Структурная модель отражает связь фундаментальных явлений с фундаментальными принципами и общими законами мира, а эти последние, в свою очередь, с частными законами, конкретными свойствами, процессами, эффектами; также отслеживаются основные межпредметные связи. Содержит сведения о большинстве важных законов, явлений и свойств, призвана способствовать построению суждений учащегося об общих закономерностях в природе.

Содержание интерактивных проектов обеспечивает:

- 1) формирование ключевых компетенций профессиональной деятельности на основе виртуальных компьютерных практикумов;
- 2) контроль полученных знаний, умений и навыков на моделях объектов учебных дисциплин;
- 3) возможность построения авторских учебных курсов и создания индивидуальных образовательных траекторий учащихся;
- 4) применение новых образовательных технологий для ведения занятий по дисциплинам учебного плана на основе разработанного методического обеспечения;

- 5) возможность использования преподавателем разнообразных интерактивных форм работы на уроке (интерактивных демонстраций, интерактивных лабораторных работ, интерактивных уроков (сценариев), видео- демонстраций, интерактивных тренажеров, интерактивных репетиторов, интерактивных тестов, интерактивных задач);
- 6) возможность организовать дифференцированное и индивидуальное обучение, самостоятельную работу учащихся;
- 7) возможность для преподавателя организовать демонстрацию материала, отработку приемов решения задач, проведение мозгового штурма, закрепление материала в режиме индивидуальной или групповой работы, индивидуальный практикум по решению задач, индивидуальный модельно-лабораторный практикум, текущий и рубежный контроль знаний.

Каждый интерактивный проект сопровождается встроенными программными модулями экспертной системы, базирующейся на следующих принципах работы:

- 1) экспертная система осуществляет функцию мониторинга действий учащегося, производимых им средствами манипуляционно-графического интерфейса интерактивного проекта;
- 2) во время манипуляций ученика с интерактивным проектом экспертная система фиксирует действия обучаемого и реакции (результаты) управляемого им интерактивного проекта. В случае обнаружения отклонения поведения учебного объекта, представленного в интерактивном проекте, от запланированного, экспертная система производит коррекцию действий обучаемого в мягком и жестком режиме. Алгоритм операций экспертной системы по коррекции действий обучаемого предполагает использование типовых путей, наиболее часто применяемых преподавателем для обучения разных групп учащихся:
 - «жесткий» – предполагает постановку перед учеником вопросов, с единственным правильным ответом, при этом варианты ответов не предлагаются. Ученик самостоятельно сообщает ответ экспертной системе;
 - «мягкий» – предполагает устранение пробелов в знаниях ученика за счет постановки наводящих вопросов с несколькими вариантами ответов. Ученик, отвечая на поставленные системой вопросы, должен самостоятельно разбираться в поставленной перед ним проблеме и правильно решать ее. Учащийся должен сам принимать решение, как удобнее двигаться, за счет чего должна обеспечиваться индивидуализация обучения.
- 3) экспертная система собирает статистику об ошибках, допускаемых обучаемым.

Работа экспертной системы обеспечивает:

- 1) построение системы индивидуального управления движением обучаемого в среде дисциплины;
- 2) доступность преподавателю и обучаемому данных о результатах работы с интерактивными проектами разных учеников для сравнительного анализа;
- 3) возможность для обучаемого получать, закреплять знания, нарабатывать навыки, формировать профессиональные компетентности;
- 4) модульное представление учебного материала.

Элементы интерактивных проектов позволяют реализовать непрерывное воздействие на них по технологии WYSIWYG (What You See is What You Get) со стороны пользователя и адекватные контекстные реакции экспертной системы на эти воздействия для:

- демонстрации поведения учебных объектов на модели;
- всестороннего исследования учебных объектов по стандартному или разработанному учителем плану исследования;
- оценки качества понимания, уяснения и усвоения изученных элементов знания, которые производятся экспертной системой в ходе взаимодействия с пользователем.

Заключение

Практика многолетнего использования ИКТ в учебном процессе школы и вуза и анализ полученного опыта позволили сформулировать принципы построения эффективных предметно-ориентированных сред обучения:

- полнофункциональность, способность обеспечивать все фазы обучения на основе сложного состава среды, множественности форм подачи материала;
- ресурсоизбыточность и многоуровневость представления материала на основе модельного подхода и генерации многовариантных заданий;
- реализация деятельностного подхода, формирование не только знаний, но и умений в смысле выполнения манипуляций с оборудованием и решения задач – на основе высокой степени интерактивности;
- наглядность представления реальных объектов (явлений) и абстрактных понятий, визуализация мысли – на основе разнообразия форм представления информации, мультимедийности;
- вариативность представления материала, гибкость системы, открытость для модификаций не только разработчиком, но и пользователем (учителем, учащимся) – на основе модельного и инструментального подхода;
- развитие самостоятельности учащихся, формирование умений создавать новое знание и навыков принимать решения, что является важным шагом в решении задачи «научить учиться» – на основе модельного подхода;
- обеспечение индивидуализации обучения – на основе модели обучения и модели знаний учащегося, формируемой экспертной системой.

Полнофункциональная компьютеризованная среда обучения позволяет естественным образом реализовать классические принципы дидактики:

- наглядности (за счет визуализации знания);
- сознательности и активности (за счет реализации деятельностного подхода);
- целенаправленности (за счет показа зоны ближайшего развития средствами карт знаний и системы мониторинга);
- доступности (за счет многоуровневости представления материала на всех этапах обучения, которая обеспечивается ресурсоизбыточностью среды);
- научности (за счет использования технологий математического моделирования);
- систематичности и последовательности (за счет использования карт знаний и технологических цепочек ВУО для поддержки занятий в виде "книг");
- личностно-ориентированного подхода (за счет вариативности методики и состава ВУО в их технологических цепочках);
- прочности в овладении ЗУН (за счет реализации цикличности обучения, работы с многовариантными ресурсами);
- связи теории с практикой (за счет использования моделей реальных объектов и видов деятельности в реальном мире, заданий на формирование компетенций);
- интегративного подхода (за счет множественности форм подачи материала, связи с объектами реального мира, отработки межпредметных связей);
- развивающего и воспитывающего обучения (за счет моделирования).

Современная виртуальная среда обучения не заменяет учебник, задачник, учебную лабораторию (как и самого учителя), но позволяет дополнить возможности традиционных средств обучения богатым визуальным рядом, моделирующей деятельностью, индивидуализированным тренажем и контролем. Благодаря этому обогащаются по сравнению с классической методикой иллюстративная и исследовательская линии процесса учения, автоматизируется его тренировочно-контролирующая линия. Как следствие, по ряду показателей облегчается труд преподавателя при интенсификации и усилении самостоятельности работы учащегося.

Библиографический список

1. Гилярова Н.М. Ключевая роль презентации в лекционном курсе физики // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. № 2. С. 45–53.
2. Калачев Н.В. Проблемно-ориентированные физические практикумы в техническом университете. Опыт применения // Физическое образование в вузах. 2011. Т. 17. № 4. С. 17–23.
3. Матвеев О.П., Фискинд Е.Э. Использование компьютеризированной установки для проведения учебного исследования по оптике // Физическое образование в вузах. 2011. Т. 17. № 2. С. 90–96.
4. Назаров А.И. Возможности программной среды Moodle в реализации принципа модульного обучения // Физическое образование в вузах. 2011. Т. 17. № 4. С. 86–91.
5. Третьякова О.Н. Применение элементов дистанционного обучения в системе дифференцированного обучения студентов технических вузов // Физическое образование в вузах. 2013. Т. 19. № 1. С. 105–115.
6. Чирцов, А.С., Абутинов М.В., Марек В.П., Микушев С.В. Новые варианты использования информационных и мультимедийных технологий для реализации непрерывного высшего профессионального образования // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. № 1. С. 109–125.
7. Ханнанов Н.К., Варламов Н.В., Чайковский К.Г. Сравнительный анализ электронных изданий для подготовки к ЕГЭ по физике // Физика в школе. 2013. № 1. С. 8–11.
8. Баяндин Д.В. Виртуальная среда обучения: состав и функции // Высшее образование в России. 2011. № 7. С. 113–118.
9. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 655 с.
10. Мухин О.И., Мухин К.О., Полякова О.А. Среда проектирования, технологии обучения и модели знаний // Открытое и дистанционное образование. 2010. №1. С. 54–58.
11. Роберт И.В. Толкование слов и словосочетаний понятийного аппарата информатизации образования // Информатика и образование. 2004. № 5. С. 22–29. № 6. С. 63–69.
12. Баяндин Д.В. Мультиплетная структура виртуальной среды обучения и технологизация учебного процесса // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2013. Т. 16. № 3. С. 465–488. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v16_i3/pdf/4.pdf
13. Виртуальная физика (ePhysics). Активная обучающая среда для среднего и высшего образования / Авт.: Баяндин Д.В., Мухин О.И. и др. Пермь: РЦИ Пермского ГТУ, 1998–2005. Выпуск на CD.
14. Баяндин Д.В. Структурное представление знаний в электронных средствах образовательного назначения // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2014. Т. 17. № 2. С. 388–402. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v17_i2/pdf/4.pdf
15. Физика, 7–11 классы. Библиотека наглядных пособий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Федер. агентство по образованию, ГУ РЦ ЭМТО, ООО Дрофа, ЗАО «1С», ЗАО НПКЦ Формоза-Альтаир, РЦИ Пермского ГТУ; под ред. Н.К. Ханнанова. – Электрон. дан. (464 Мб, 480 Мб). – М.: ЗАО «1С», ООО «1С-Паблишинг», 2004. – 2 электрон. опт. диска (CD-ROM). – Загл. с экрана. – Систем. требования: Pentium III 700 МГц; HDD 170 Мб; RAM 128 Мб; 800x600; Windows 98SE/Me/2000/XP. – (Серия «1С: Школа»).
16. Физика, 10–11 кл. Подготовка к ЕГЭ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Федер. агентство по образованию, ГУ РЦ ЭМТО, ЗАО «1С»; под ред. Н.К. Ханнанова. – Электрон. дан. (445 Мб, 500 Мб). – М.: ЗАО «1С», ООО «1С-Паблишинг», Изд-во «Просвещение», 2004. – 2 электрон. опт. диска (CD-ROM). – Загл. с экрана. – Систем. требования: Pentium III 700 МГц; HDD 170 Мб; RAM 128 Мб; 800x600; Windows 98SE/Me/2000/XP. – (Серия «1С: Школа»).
17. Физика, 7 кл. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / ЗАО «1С»; под ред. Н.К. Ханнанова. – Электрон. дан. (490 Мб, 545 Мб). – М.: ЗАО «1С», ООО «1С-Паблишинг», 2006. – Электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с экрана. – Систем. требования: Pentium III 700 МГц; HDD 1,4 Гб; RAM 256 Мб; 1024x768; Windows 2000/XP/Vista. – (Серия «1С: Школа»).
18. Интерактивная физика. Система активных обучающих сред для средней и высшей школы. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.В. Баяндин, Н.Н. Медведева, О.И. Мухин [и др.]. – ООО ИИТ. – Электрон. дан. (7,3 Гб, 7,9 Гб). – Пермь: ООО ИИТ, 2012. – 2 электрон. опт. диск (DVD-ROM). Систем. требования: Pentium 1.8 ГГц, HDD 8 Гб; RAM 2 Гб, операционная система: Windows 2000/XP/Vista/7/8.

19. Баяндин Д.В. Дидактические аспекты применения интерактивных компьютерных технологий в лабораторном практикуме // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2015. Т. 18. № 3. С. 511–533. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v18_i3/pdf/13.pdf
20. Баяндин Д. В., Медведева Н. Н., Мухин О. И. Управление учебной деятельностью и ее мониторинг на основе тренинговой технологии обучения // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2012. Т. 15. №1. С. 505–524. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v15_i1 /pdf/8.pdf
21. Еремин Е.А. Экспериментальная оценка усвоения студентами основных понятий учебного курса // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. № 8. Пермь, 2012. С. 17–26. <http://elibrary.ru/download/ 28440225.pdf>
22. Матрос Д.Ш., Колбин Р.В., Боровская Е.В. Педагогический мониторинг и дистанционный лицей на основе электронной модели учебного материала // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2004. Т. 7. № 2. С. 213–235. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v7_i2/pdf/5.pdf.
23. Моисеев В. Б. Представление знаний в интеллектуальных системах // Информатика и образование. 2003. № 2. С. 84–91.
24. Bayandin D.V., Moukhin O.I. Mathematical and structural modelling in «Stratum Computer» instrumental software // Proc. 2nd International Conference on Distance Education in Russia ICDED'96. M., 1996. V. 2. PP. 468–470.
25. Баяндин Д.В., Мухин О.И. Структурно-логическая модель школьного курса физики в электронных средствах образовательного назначения // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. № 9. Пермь, 2013. С. 28–45. <http://elibrary.ru/download/67750680.pdf>
26. Баяндин Д.В. Методика и организация учебного процесса при обучении физике на нефизических специальностях вуза в условиях ФГОС-3 // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. Т. 2. № 2 (48). С. 84–87.
27. Баяндин Д.В. Модульная педагогическая технология и вариант ее реализации на основе ресурсоизбыточной среды компьютерной поддержки обучения // Педагогическое образование в России. 2014. № 1. С. 214–220.
28. Баяндин Д.В. Интерактивные тренинги при обучении физике на инженерных направлениях подготовки в условиях ФГОС // Труды 13-ой международной конференции «Физика в системе современного образования». СПб.: РГПУ, 2015. Т. 1. С. 233–236.

Методические рекомендации

Д.В. Баяндин

Информационно-образовательная среда по физике в ПНИПУ

Методические рекомендации для преподавателей

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 4.09.2017. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 50 экз. Заказ № 113а/2017.

Отпечатано в Издательстве
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614000, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 115.
Тел. (342) 219-80-33