



Б.С. Беренфельд, К.Л. Бутягина

# ИННОВАЦИОННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОДУКТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИКТ (УРОКИ НЕДАВНЕГО ПРОШЛОГО И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ)

## Аннотация

Начиная с середины 1980-х годов авторы этой статьи принимали активное участие в организации работ по созданию нового поколения инновационных образовательных продуктов, как в России (в рамках проектов Академии наук и Национального фонда подготовки кадров), так и в рамках исследовательских учреждений и университетов США и ряда нескольких европейских стран. Руководствуясь собственным опытом и привлекая литературные данные, авторы предпринимают попытку выявить основные аспекты, характерные для создания инновационных образовательных продуктов на основе достижений информационных и коммуникационных технологий. Отдаленная цель авторов — формирование общих взглядов на принципы оценки «инновационности» образовательных продуктов и систематизация тенденций в области создания образовательных ресурсов на основе ИКТ. Ближайшая — поделиться соображениями практического свойства с теми, кто хочет посвятить свои знания и деятельность созданию нового поколения средств обучения для средней школы, которые стали возможны благодаря успехам ИКТ.

## Начало пути

Первые попытки педагогических инноваций на основе новых информационных технологий были предприняты примерно 60 лет назад. Появившиеся во время Второй мировой войны быстродействующие электронно-вычислительные машины (ЭВМ), заменив логарифмические линейки, позволяли быстро вычислять баллистику артиллерийских снарядов. По окончании войны ЭВМ, которые начали называть «компьютеры», были внедрены в университеты и стали обязательным компонентом инженерного и математического образования. Приход компьютеров в массовую американскую школу

## Спутник



во многом был ускорен запуском первого искусственного спутника Земли. Озабоченные научно-техническим прогрессом СССР, особенно в области освоения космоса, и связывая его с успехами естественнонаучного образования, в том числе и школьного, страны Запада, особенно США, вкладывают в конце 1950-х годов гигантские деньги в образование (проект «Sputnik»). Особая надежда возлагалась на компьютеры, на базе которых предполагалось развертывание нового поколения учебных средств и развитие новых методов обучения.

На деньги проекта «Спутник» во многих американских школах устанавливались многопользовательские терминалы, присоединенные к центральному процессору (так называемому «*main-frame*»), вроде тех, что и поныне стоят в крупных банках. Подобно банковским операциям, эти мощные компьютеры координировали расписание уроков, регистрировали посещаемость и учитывали загруженность учителей. Но школа — не банк. Тут надо не только учитывать, но и учить. Приспособить же многоэкранный монстр к обучению не удавалось вплоть до 1959 года, когда на выручку пришли ученые и педагоги из Университета штата Иллинойс (США). Разработанный ими проект *Plato* был первым в истории педагогики широкомасштабным экспериментом по использованию компьютеров в школьном образовании. В рамках этого проекта десятки тысяч терминалов во многих школах США были соединены с центральным компьютером, давая доступ учащимся к обучающим программам по письму, чтению, арифметике. Заметим, что в то время программы «набивались» на перфокартах.

В 1960-е годы, с появлением языка программирования *Basic*, стало намного легче создавать учебные программы, и в школы устремилась лавина тривиальных по содержанию образовательных продуктов. Их многообразие и породило иллюзию того, что с помощью компьютера можно учить всех и всему. Действительно, если под обучением понимать закрепление несложных инструкций и формирование репродуктивных навыков типа «вилку надо держать в левой руке, а котлету в правой...», то компьютерные программы того времени с этой задачей справлялись. Символом педагогических инноваций становятся три магические буквы *CAI*, означавшие *Computer-Aided Instructions/компьютеризованное обучение (инструктирование)*. Появляется множество частных компаний, предлагающих автоматизированное натаскивание — тренинг по любой специальности, от электриков и ремонтников до водителей и полицейских. Суть такого тренинга сводилась к тому, что ученик получал индивидуализированную программу, состоящую из инструкций и тестов на усвоение прочитанного. Для «удобства» компьютера тесты строились по принципу *multiple choice/выбор правильного ответ из нескольких представленных*. Те, кто сдавал тест, переходили к новой теме, а те, кто не сдавал, становились компьютерными «второгодниками» и получали новую порцию экранного чтения, насыщенную материалами

Компьютер  
в роли учителя

---



по темам, с которыми они не справились во время тестирования. Воодушевленные популярностью натаскивания с помощью компьютерных программ, технократы во многих странах начинают отстаивать модель школы, в которой компьютер все больше выступает бы в роли учителя. Коротко изложенный нами подход получил название «программированного обучения» (имеется в виду, что поведение обучаемого заранее программируется автором соответствующего учебного материала). Этот подход был изобретен в 1930-е годы, получил популярность, начиная с середины 1950-х годов благодаря бихевиористским работам Б. Скиннера, с одной стороны, и возможности его эффективной реализации с помощью компьютеров, с другой [1].

Авторы концепции электронного учителя считали, что компьютер позволит индивидуализировать обучение, сделать его более адекватным способностям и темпам восприятия учащегося, одновременно защищая ребенка от плохого учителя (так называемая концепция «teacher-proof instruction»). При этом оставалась одна проблема — а что делать с хорошим «живым» учителем. Списать? Нет, скорее, сделать разработчиком содержания учебных программ. Для этого стали создаваться *education authoring systems/авторские системы разработки учебных программ*, позволяющих не программирующему пользователю создавать цифровые образовательные ресурсы путем модификации заранее запрограммированных шаблонов. Примерно в это же время в школы приходят недорогие персональные компьютеры. Казалось, что с их приходом вот-вот наступит революция в образовании и конец традиционной модели школы.

В последующие десятилетия число компьютеров в школе в расчете на одного учащегося росло экспоненциально, достигнув в США, например, соотношения 1:3, а революция в образовании все никак не наступала. Это неудивительно. Уже в середине 1980-х годов стало ясно, что компьютер не заменит учителя, а программированное обучение, описанное выше, хоть и помогает отработке репродуктивных навыков, но не стимулирует креативность и формирование мыслительной рефлексии высокого уровня. За программированным обучением с использованием компьютеров в англоязычном педагогическом жаргоне закрепилось название *drill and practice/натаскивание и зубрежка*.

К сожалению, подавляющее большинство современных коммерческих цифровых учебных продуктов — это перекрашенные на «мультимедийный лад» *drill and practice*, точнее, системы натаскивания. Играя роль своего рода «электронных репетиторов», такие программы могут помочь абитуриенту сдать вступительные экзамены в те вузы, которые строят систему отбора поступающих в зависимости от их способности воспроизводить (часто не понимая) концепции и формулировки школьной программы. Преобладание на рынке такого рода продуктов порождает объяснимую оппозицию внедрению компьютеров в школьное образование. Критики опасаются, что присутствующие в школьной программе элементы творческой деятельности и динамического общения окажутся вытесненными



компьютерным натаскиванием и примитивным тестированием в рамках программированного обучения.

Появление на свет сети Интернет также связывают с запуском СССР первого искусственного спутника Земли. Ответным ходом в США стало не только реформирование естественнонаучного образования, но и реорганизация управления научными исследованиями. Было создано новое ведомство ARPA (Advance Research Project Agency), координировавшее работу национальных лабораторий, похожих на советские оборонные НИИ. Согласно историкам Интернета [2], в штаб-квартире ARPA стояли терминалы нескольких несовместимых друг с другом компьютерных сетей. Каждая сеть использовала свой протокол обмена и поддерживалась своей системой компьютеров. Вот тогда-то — примерно в середине 1960-х годов — и был задуман Интернет, который должен был связать единым протоколом обмена разные, ранее несовместимые друг с другом сети. В конце 1970-х годов военные утратили интерес к этой сети, и она перешла в распоряжение NSF/ННФ (National Science Foundation / Национального научного фонда США), превратившись почти на десятилетие в NSF-Net (ННФ-Сеть). В это время на гранты ННФ разрабатываются широкомасштабные проекты по исследованию потенциала компьютерных сетей для развития дистанционного обучения, формирования новых учебно-методических и образовательных задач и переподготовки учителей [3].

Одним из первых успешных примеров использования сетей в образовательных проектах была совместная разработка Национального географического общества США и Центра по технологическому обучению (TERC). В рамках созданного ими семейства инновационных учебных модулей для младшей школы под названием «NGS Kids Network / Детская компьютерная сеть» школы разных стран обменивались данными наблюдений, в основном экологического характера, проводимых по единому плану с помощью специально созданного программного обеспечения. Сбор и обмен данными, их анализ и обсуждение легли в основу урочной и внеурочной деятельности учащихся и, как показано в ряде обстоятельных исследований [4], стимулировали их познавательную деятельность и приводили к резко возраставшему интересу к учению. Компьютерные сети в описанный выше период были крайне несовершенны, доступ учащихся к ним был затруднен (в частности, используемая сеть не была частью Интернета, а была сформирована специально для проекта), а низкоскоростные модемы делали обмены крайне медленными. Тем не менее, педагогический анализ указывал на высокую учебную эффективность совместной групповой деятельности учащихся, поддерживаемой телекоммуникациями [5]

В середине 1970-х годов получают широкое распространение первые персональные компьютеры, в школы приходит «Apple II». В 1981 году появляется персональный компьютер IBM PC. В 1984 году был



выпущен легендарный компьютер «Макинтош» фирмы «Apple», в котором был значительно улучшен пользовательский интерфейс, появляются использующие его мощные редакторы текстов, графические и музыкальные редакторы. Мощность «Макинтоша», качество его монитора и, в сочетании с лазерным принтером, издательские возможности вызвали всеобщий восторг. Стала формироваться идея о том, что персональные компьютеры — будущее образования. К 1986 году в США примерно 25% всех старшеклассников использует персональные компьютеры в школе, в основном, для редактирования текстов, рисования, подготовки презентаций и, в меньшей мере, для работы с электронными таблицами и телекоммуникационными обменами. В некоторых школах начинает преподаваться робототехника и CAD — компьютерный дизайн.

Одновременно с массовым вторжением персональных компьютеров во все сферы человеческой деятельности в школы приходят видеодиски, совершенствуются цифровые анимации, создаются первые образовательные энциклопедии и базы знаний. Тогда же появляются первые учебные программы на CD-ROM, снабженные аудио- и видеоматериалами. Все эти мощные качественные скачки в техническом оснащении школ отражали изменения, происходящие на производстве. В школах началась своего рода «эпоха индустриализации», которая явилась следствием не столько потребностей существующих в то время учебных курсов, сколько результатом успешного маркетинга со стороны фирм-производителей персональных компьютеров. Сформировался естественный парадокс — технические возможности многих школ намного опередили учебно-методические потребности. В середине 1980-х годов практически отсутствовали инновационные УМК, использующие образовательный потенциал персональных компьютеров.

Постепенно, по мере снижения стоимости, персональные компьютеры начинают появляться в домах учащихся. Начинается формирование рынка не только школьных, но и домашних игровых и учебных программ. Крупные книгоиздатели и небольшие компьютерные фирмы наводняют магазины учебными программами, которые концептуально все еще весьма близки к упомянутым выше урокам программированного обучения, но на этот раз озвученным и анимированным.

Работы, выполненные в 1980-е годы в ведущих научных центрах мира, приводят к постепенному переосмыслению роли компьютеров в образовании. Лидерами этого направления становятся Национальный научный фонд США, а также национальные педагогические организации Австралии и ряда европейских стран (Англия, Голландия, в меньшей мере Италия, Германия, Финляндия и Швеция). Неожиданно для многих в числе лидеров в области новых информационных технологий в образовании оказывается Болгария, где усилиями президента Академии наук Благовеста Сендова создается научно-исследовательская «Проблемная группа по образованию», объединившая сильных ученых и десятки школ в разных



регионах страны для создания новой образовательной системы, предполагающей, в частности, использование компьютера. В Софии начинает регулярно проводиться масштабная международная конференция «Дети в информационный век», в которой принимали участие многие видные специалисты из различных стран мира. Хотя обсуждение вопросов, связанных с внедрением новых информационных технологий в российское образование, предмет следующего раздела, заметим, что успехи болгарских ученых и педагогов в реформировании образования, и их успешное сотрудничество с учеными АН СССР сыграли значительную роль в том, что по инициативе академика Е.П. Велихова в АН СССР создается Научно-технический коллектив «Школа» [6]. В 1980-е годы этот коллектив сыграл важную роль в разработке концепции компьютеризации школ страны [7].

Именно в этот период, во второй половине 1980-х годов, на смену программированному обучению приходит революционная для того времени идея использования компьютера для интеллектуального стимулирования деятельности учащихся в процессе обучения. Пионерами этого подхода были, в основном, ученые кембриджской группы (США). В знаменитой научно-исследовательской и технологической компании BBN, давшей миру ключевые компоненты Интернета, важнейшие диалекты LISP, существенные прорывы в области искусственного интеллекта и т.д., ученые-математики Wally Feurzeig (Волли Фюрциг) и Seymour Papert (Сеймур Паперт) разрабатывают специально для детей компьютерный язык «Лого» и концепцию его использования в образовании [8; 9]. Впоследствии группа Паперта в Массачусетском технологическом институте (MIT) становится признанным лидером этого направления. В основном усилиями этой группы черепашка Лого, управляемая написанными детьми алгоритмами, стала всемирным символом использования компьютеров для развития у детей мыслительный рефлексии высокого уровня, способности моделировать и рассуждать как математики. Принципиальным здесь была не только гибкая компьютерная среда (микромир) «Лого», но и то, что она способствовала реализации педагогической философии конструктивизма, в данном контексте противостоящей упоминавшемуся выше педагогическому бихевиоризму Скиннера. В своих работах С. Паперт развил конструктивистские идеи своего учителя Ж. Пиаже, включив в нее социальный контекст, ассоциируемый с подходом Л. Выготского, и назвал эту концепцию обучения и развития «конструкционизмом» [10].

В это же время в Гарвардском университете профессор Джуда Шварц (Judah Schwartz) разрабатывает свой микромир геометрических исследований и доказательств, закладывая основы исследовательской математики. Разработанные им учебные программы позволяли ученику создавать геометрические фигуры, исследовать взаимоотношение их элементов, а потом взаимодействовать с ними, наблюдать, как, несмотря на изменение формы, сохраняются математические соотношения, предположение о существовании которых



были сделаны учащимся на основании собственных измерений. Сочетание исследовательского подхода со средствами обобщения полученных результатов оказались эффективным средством изучения геометрии, высшей математики и статистики, делая сложные концепции доступными для анализа учащимся [11].

Одновременно с описанными выше работами Роберт Тинкер (Robert Tinker) из Центра технологического образования (TERC) соединяет первые микрокомпьютеры с датчиками и создает первую школьную цифровую лабораторию [12]. Беря на себя техническую сторону измерений, цифровая лаборатория открывает широкие возможности для исследовательской деятельности учащихся в тех самых школьных предметах, где до этого преобладали лекции и унылые демонстрации. Сомнение в эффективности компьютера как мощного инструмента учения покидало каждого, кто видел, с каким воодушевлением школьник вышагивает перед датчиком расстояния, резко меняя скорость и направление движения, и постоянно заглядывая на экран монитора, чтобы понять соответствие между собственным перемещением и графиком, который в реальном времени возникает на экране. Дальнейший анализ показал высокую учебную эффективность таких «конструктивистских» занятиях физикой [13].

Каждое из описанных выше направлений педагогических исследований было в дальнейшем развито в целом ряде работ и привело к появлению инновационных учебно-методических комплексов (ИУМК), цель которых состояла не столько в формировании репродуктивных навыков, сколько в стимулировании высокого уровня мыслительной деятельности и творческих способностей детей.

Многие из этих инновационных учебных курсов, к сожалению, не достигли прилавков магазинов и полок школьных библиотек. Превращение экспериментальных разработок в коммерческие продукты занимает много времени и средств, требует экспертной поддержки и переподготовки учителей. Если компании-производители попытаются взять на себя все расходы по разработке, апробации в школе и созданию инновационных учебных комплектов, то даже при относительно больших тиражах они, скорее всего, разорятся. Поэтому так важна финансовая поддержка этих разработок государством и благотворительными фондами, подобно тому, как это происходит в странах Европейского Союза и США, а в последние годы и в России (подробнее об этом в следующем разделе).

Интернет-  
революция

---

Доступ  
к информацион-  
ным ресурсам

---

К началу 1990-х годов на разных компьютерах мира накопилось огромное количество информации, объем которой увеличивался экспоненциально. Достаточно привести такой пример: в 1975 году в разных базах данных мира насчитывалось примерно 75 миллионов научных отчетов и статей, а к концу 1980-х годов их было уже более 2-х миллиардов. Тогда же было подсчитано, что ученому-биологу потребуются потратить двадцать два века (2200 лет), чтобы ознакомиться с данными биомедицинских исследований, выполненных в мире за один только год, и «всего» семь веков, чтобы ознакомиться с годовой



научной продукцией коллег-химиков [14]. К концу 1980-х годов в науке сложилась ситуация, о которой историк науки D.S. Price с иронией писал, что наступило время, когда быстрее повторить какой-то эксперимент, чем найти данные о нем в научной литературе [14a]. Парадоксально, что в то время, когда и ученые и пресса вовсю трубили об информационном взрыве, учащиеся школ и вузов получали основную информацию по всем предметам из бумажных учебников 10—15-летней давности.

1990-е годы ознаменовались появлением недорогих персональных компьютеров, оснащенных мощными текстовыми редакторами. Характерно, что в это время «приказали долго жить» известные в прошлом фирмы-производители пишущих машинок. Эти технологии отжили свой век. Все, от писателей и ученых до чиновников и полицейских, начали набирать тексты на компьютерах. К этому времени подавляющее большинство старшеклассников в США пишут сочинения на домашних или школьных компьютерах и сдают их учителям в цифровой форме. Тогда же редакции журналов перестают принимать статьи, напечатанные на бумаге, требуя присылать по почте дискеты с файлами, а с развитием сетей — передавать их по электронной почте. Это еще больше ускорило процесс накопления научно-технической и административной информации в цифровой форме.

Информация накапливалась чрезвычайно быстро, но найти ее было непросто. В принципе, существовал доступ через сеть к компьютерам, хранившим цифровую информацию. Создатели Интернета предусмотрели специальные ftp-протоколы, позволяющие «посещать» через сеть чужие компьютеры и, с разрешения владельца, загружать хранящуюся там информацию. Многие компьютерные хранилища имели обширные оглавления хранимых материалов. Но становилось все более сложным найти в необъятной мировой сети то, что нужно — не посещать же по алфавиту все компьютерные хранилища мира, от Австралии до Японии, чтобы узнать, где находится необходимый материал.

Решение пришло в 1991 году. Обозначают его латинскими буквами WWW, которые становятся одним из символов нашего времени. И само решение, и его «инициалы» — все это заслуга британского физика Тимоти Джона Бернес-Ли (Timothy John Berners-Lee), который осуществил свою давнюю мечту о «превращении всех известных компьютерных хранилищ информации в одну взаимосвязанную систему, в которой каждое хранилище информации становится частью единой системы, доступной любому человеку в мире» [15]. Последствия этого изобретения хорошо известны. Бурный рост Интернета и появление современных технологий поиска информации привели к подлинной революции, затронувшей все сферы хранения и обработки человечеством имеющейся на Земле информации, от библиотек и архивов, до поиска товаров и услуг. На наших глазах все информационные ресурсы человечества оказываются объединенными в одну «Инфосферу» [16], которую вслед за «ноосферой»





В.И. Вернадского [17] можно назвать новой формирующейся оболочкой Земли. К середине 1990-х начинается активное подключение к Инфосфере практически всего населения Земли. Особенно перспективным представляется интеграция в нее учебных организаций мира, от школ до университетов, способных как потреблять, так и непрерывно поставлять в нее новую информацию.

Перед школой открылся доступ к уникальным ресурсам, о которых нельзя было даже мечтать родителям сегодняшних школьников. Опытный учитель может сочетать на своем уроке объяснение нового материала с захватывающим путешествием в любую точку мировой информационной сети. Формирующиеся национальные библиотеки цифровых учебных ресурсов позволяют эффективно находить и организовывать информацию. О том, что новые информационные ресурсы активно используются учителями, свидетельствуют следующие факты. Национальная библиотека виртуальных программ <nltm.usu.edu/en/nav/index.html> предоставляет учителям и школьникам бесплатно небольшие учебные программы (апплеты), которые помогают объяснить сложные математические понятия. Каждый день около двух миллионов человек посещает эту библиотеку; другой пример — «Wikipedia/Википедия» — обширная бесплатная энциклопедия, которая поддерживается мировым сообществом энтузиастов. Каждый месяц ее «посещают» более 15 миллионов пользователей [18].

Книги, фильмы, галереи, архивы, базы данных, «живые экспедиции» становятся доступными каждому жителю Земли благодаря сети Интернет. Сеть сегодня — это гигантский информационный ресурс. Как каждый ресурс, он предрасполагает к определенным событиям, но еще не является таковыми. Доступ к самым обширным источникам информации сам по себе еще не служит гарантией того, что в класс придут образовательные инновации. Достаточно вспомнить, что революционными для своего времени были радио, кино, телевидение, телеграф и телефон. Каждому из этих средств новых технологий пророчили «светлое образовательное будущее». Но ни учебные фильмы, ни учебное телевидение революции в школе не произвели. Все еще не очевидно, что Интернет-революция приведет к смене парадигмы всего образовательного процесса.

Дистанционное  
обучение

---

Возросшая доступность компьютерных сетей способствовал развитию дистанционного, или как его часто называют, *онлайн* обучения. Термин этот не вполне точно отражает ситуацию. Обучение «*on-line*» подразумевает работу педагога и учащегося в оперативном режиме, при котором взаимодействие происходит в реальном времени. Сегодня же преобладает автономная форма дистанционного обучения, которое скорее осуществляется в режиме «*off-line*», так как в нем нет непосредственного «живого» контакта педагога и учащегося. Такое обучение опосредовано через некоторое электронное хранилище-сервер, исполняющее роль своего рода «электронного дупла», в котором учитель оставляют для учащихся цифровые лекции, тестовые задания и электронные письма.



Таким образом, дистанционное обучение, являясь инновационным по форме, в большинстве случаев остается ретроградными по своей образовательной сути, — это своего рода педагогический археоптерикс, который, служа переходным звеном эволюции от рептилий к птицам, обладал признаками и того и другого класса. Продолжая эволюционную метафору, отметим, что к «рептильным» чертам большинства современных Интернет-курсов относится пассивный, не деятельностный характер лекций-инструкций, к которым иногда добавляют «для оживления» видеоклипы или цифровые анимации. Оценка знаний в таких курсах чаще всего сводится к тестам на выбор правильного ответа из нескольких предложенных; взаимодействие учащихся с преподавателем крайне ограничено, что не позволяет последнему понять, в чем состоят проблемы восприятия отдельного ученика.

Чтобы «взлететь», дистанционное обучение должно стать не только общедоступным, но и сочетать лучшие достижения развивающего образования, разработанного в традиционной школе, с теми возможностями, которые открывает школа онлайн. В случае дистанционного обучения, например, учащиеся, находящиеся в разных частях страны или мира, имеют доступ к местным источникам информации. Они в состоянии напрямую информировать о них «одноклассников», тем самым совместно вместе формировать общую картину из множества местных мозаик, будь то опросы земляков, результаты местных исследований или особенности экологической обстановки. Составление общей картины и совместное выявление ее наиболее характерных особенностей может стать важным деятельностным компонентом онлайн-обучения, пригодным для использования в преподавании различных дисциплин. Не менее важный потенциал дистанционного обучения состоит в возможности формирования более доверительных взаимоотношений между учеником и наставником, что немыслимо в традиционной аудитории, где внимание учителя поделено между 30, 50, а то и несколькими сотнями слушателей.

В СССР, в конце 1950-х годов, оправившись от гонений, бывшая «лженаука» кибернетика привлекает лучшие умы не только математиков, но и лингвистов, биологов, представителей других научных дисциплин. Издаются книги Н. Винера [19]. Развитие кибернетики стало частью политической оттепели от сталинских репрессий в науке. В 1959 году по инициативе академика А.П. Берга создается Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», который позже возглавит работы Академии в области новых технологий в образовании. В конце 1970-е годы педагоги-теоретики изучают «возможности и перспективы» программированного обучения, а в старших классах изучают устройство компьютера и основы программирования. Наука информатика еще только зарождается. Компьютеров в школах нет. Вместо них, если повезет, экскурсия на ближайший вычислительный центр, в котором стоит ЭВМ размером со

Российский  
ландшафт  
ИКТ-инноваций

Истоки



школьный класс, со стопами картонных перфорированных карт и лент, носителями компьютерного кода.

Постепенно советские радиоэлектронные министерства начинают выпуск микрокомпьютеров, первыми из них были «Агат» — российский аналог «Apple II» — и «Электроника» БК 0010. Выпущенный в 1985 году, этот 16-разрядный компьютер имел 32 КВ оперативной памяти. К нему можно было подключить черно-белый или цветной монитор. Через два года появились комплекты УКНЦ, состоящие из рабочего места преподавателя и 12—16 рабочих мест учащихся, соединенные в локальную сеть. В отдельных школах появились отечественные «Корветы», было закуплено несколько десятков тысяч японских «Ямах», потрясших отечественного пользователя надежностью своей работы. Все перечисленные компьютеры имели несовместимые друг с другом операционные системы. Вот на этой базе во второй половине 1980-х годов формируется план «тотальной школьной компьютеризации». В это время ученые-математики из МГУ (А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев) и специалисты в области информатики из АН СССР (А.В. Гиглавый, Ю.А. Первин, С.А. Христочевский) и многие другие прикладывают гигантские усилия, чтобы разработать и оснастить маломощные школьные компьютеры с 32-56 КВ ОЗУ(!) редакторами текстов, программами печати и другим базовым обеспечением. В 1988 году под редакцией академика А.П. Ершова выходит учебник «Основы информатики и вычислительной техники» [20]. Написанный одним из ведущих ученых мира в соавторстве с группой блестящих молодых математиков, этот курс принес в школу основы современного понимания кибернетики, которую еще недавно советские философы-кавалеристы шельмовали как «пустоцвет на древе познания» [21]. Выход учебника «Основы Информатики» был важен еще и потому, что информатику в СССР долгое время сводили к библиотековедению и разработке методов поиска и организации информации в массивах документов. В это же время на Западе бурно развивалась наука, выросшая из кибернетики Винера и получившая название Computer Science (компьютерная наука). Благодаря «Основам информатики» перед школьниками предстала современная компьютерная наука, оперирующая с информацией во всех аспектах человеческой деятельности, от математических вычислений до лингвистики и генетики. Замечательно, что этот курс дал миллионам учащихся представление о программировании и привлек их к созданию математических алгоритмов в то время, когда в подавляющем большинстве советских школ еще не видели компьютера. Аналога этому учебнику в то время в школьной литературе всего мира не было.

Традиции  
образовательных  
инноваций

---

В России и в бывшем СССР существовали глубокие психолого-педагогические традиции образовательных инноваций, заложенные работами Л.С. Выготского, Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова и их учеников. Идеи Л.С. Выготского [22] о развитии и формировании способностей в процессе интериоризации форм действия и общения,



осуществляемые в группе, получили широкое признание среди педагогических психологов мира. Они служат теоретическим фундаментом современных представлений о ведущей роли социального аспекта в учении и обучении. Развитые в работах Выготского идеи об учении как коллективно-распределенной деятельности стали теоретической основой телекоммуникационных образовательных проектов. Работы Д.Б. Эльконина [23] и В.В. Давыдова [24] приводят к созданию концепции развивающего обучения, нацеленного на фундаментальную смену парадигмы школьного образования от традиционного упора на развитие конкретных умений и навыков к развитию и формированию способностей ребенка. Этот подход позднее получил название «педагогика способностей». Описанные выше подходы нашли продолжение в работах современных российских педагогических психологов Г.А. Цукерман, В.В. Рубцова и педагогов-практиков, создавших и поддерживающих в России сеть экспериментальных школ по системе Эльконина—Давыдова (Б.Д. Эльконин, И.Д. Фрумин).

Еще одной важной предпосылкой успеха образовательных инноваций в России послужило традиционное участие ведущих профессиональных ученых в школьном образовании — явление редкое для стран Запада, где ученые, в основном, учат студентов в университетах, не вмешиваясь в дела школы. Школой, например, в США заправляет местный попечительский совет. Кроме того, в пылу политкорректности многие организаторы образования в тех же США больше озабочены равенством возможностей, чем выявлением, поддержкой и созданием условий для развития талантов. Российская и советская система районных, областных, республиканских и т.д. олимпиад и специализированных школ для одаренных детей, организаторами которых служили лучшие ученые страны (В.И. Арнольд, А.Н. Колмогоров, Н.Н. Константинов и другие), также была уникальным явлением. Олимпиады не только выявляли таланты, но и служили центрами распространения творческих развивающих педагогических идей. Как правило, задания олимпиад включали самостоятельные исследования и поощряли оригинальность мышления.

Концепция развивающего образования, сформулированная в России еще в «докомпьютерную» эпоху, оказались как нельзя более созвучной работам исследователей из упоминавшейся ранее «кембриджской группы», создавшей в 1980-е годы концепцию использования компьютеров как инструментов поддержки исследовательской деятельности и интеллектуальной стимуляции ребенка в процессе учения. Не случайно именно в это время, в 1986 году, в Москву приезжает Джуда Шварц, чтобы продемонстрировать математикам и программистам свою новую учебную программу Geometrical Supposer. Вскоре частыми гостями в России стали Сеймур Паперт и Роберт Тинкер. Их усилиями и усилиями ученых Академии наук СССР (Е.П. Велихов, А.П. Ершов, А.Л. Семенов) закладываются основы плодотворного сотрудничества между ведущими отечественными и зарубежными учеными в области инновационных учебных разработок.

Первые шаги

---



Во второй половине 1980-х появляются пилотные школы в Москве и Санкт-Петербурге, в которых начинает внедряться среда «Лого» и робототехника. Одну из первых российских компьютеризованных лабораторий испытывает в своей школе в Санкт-Петербурге Г.М. Водопьян, прошедший до этого стажировку у Роберта Тинкера в TERSe. В это же время «прорубается» телекоммуникационное окно в мир. Этим окном стал Телепорт Сан-Франциско — Москва/San-Francisco-Moscow Teleport, и (о, чудо!), в конце 1980-х годов советские люди, приспособив модемы к отечественным телефонным линиям, начали отправлять и получать электронную почту.

Как только открылся телеканал, А.Ю. Уваров в рамках ВНТК «Школа» АН СССР организует первый международный телекоммуникационный образовательный проект, в котором участвуют десятки российских школ [25]. В это же время группа ученых АН СССР под руководством Б.С. Беренфельда создает первую отечественную компьютерную лабораторию для изучения естественных наук. Снабженная разнообразными датчиками, она проходит испытания в московской школе № 57, директор которой С.Л. Менделевич был одним из пионеров использования ИКТ в образовании. Вскоре школа № 57 первой из советских школ, включается в работу Международной детской компьютерной сети/NGS Kids Network [26].

В эти годы важную роль в приобщении детей к компьютерам сыграл организованный в 1986 году Московский городской детский компьютерный клуб, организатором и бессменным (до 1994 года) президентом которого был С.А. Пачеков. Одним из членов правления клуба был чемпион мира по шахматам Г.К. Каспаров, который подарил клубу несколько десятков персональных компьютеров «Atari». Внезапно дети получили доступ к устройствам, о которых их родители знали в основном понаслышке. В клубе в качестве преподавателей работали профессиональные ученые и программисты, среди них Г.А. Пачеков, Е.Т. Семенова, С.А. Сопрунов, В.А. Юрковский и др.

В конце 1980-х годов в Москве создаются Институт новых технологий (ИНТ) — выросший из проекта «Школа» АН СССР и КУДИЦ, базировавшийся на масштабном образовательном проекте фирмы IBM. Эти две организации внесли большой вклад в развитие и популяризацию образовательных инноваций. Особенно важным были перевод, локализация и издание ИНТ-ом в России лучших в то время образцов западных ИУМК: «Живой Геометрии», «Живой Физики» и ЛогоМиров, которые были впоследствии апробированы и внедрены в массовую российскую школу.

Таким образом, к 1990-м годам в России был накоплен значительный опыт разработки, локализации и внедрения в массовую школу инновационных образовательных продуктов, которые основывались на наиболее передовых концепциях использования ИКТ в школе.

Как считать  
прибыль?

---

С начала 1990-х годов в России начал формироваться свободный рынок цифровых образовательных ресурсов. Выпущенные в формате CD-ROM, отечественные коммерческие образовательные продукты



отличались качественным мультимедийным воплощением. Концептуально, они знаменовали скорее откат от прогрессивных идей конструктивизма, получивших признание в СССР в 1980-е годы. Рассчитывая, как правило, на репетиторский рынок, авторы этих продуктов «переоткрыли» программное обучение, ставя перед собой в основном цель отработки репродуктивных навыков, необходимых для успешной сдачи приемных экзаменов в вузы.

Конечно, рынок диктует свои условия. Но дело не только в непритязательности рынка. По-видимому, люди охотно покупали бы программные продукты и учебные материалы, построенные на основе развивающих программ, стимулирующих интеллектуальную деятельность школьника. Проблема в том, что разрабатывать такие продукты и долго и дорого. Их апробация в школах, учет замечаний педагогов, повторная переделка после апробации и т.д. требует координированных усилий педагогов-предметников, ученых-методистов, программистов, аниматоров и т.д. Если прибыль от продаж по-настоящему инновационных образовательных продуктов считать по Адаму Смиуту, то, скорее всего, фирма, занятая их разработкой, разорится. Если же прибыль считать не на уровне отдельной фирмы, а на уровне государства в целом, то в графу «прибыль» должна войти не только разница между затратами и выручкой от продаж, но и стоимость главного ресурса страны — интеллектуального потенциала ее граждан.

В середине 1990-х одним из серьезнейших игроков на российском рынке создания и распространения цифровых образовательных ресурсов стал Национальный фонд подготовки кадров, который с 1997 года совместно с Министерством образования и науки Российской Федерации последовательно реализует образовательные займы Международного банка реконструкции и развития. К ним относятся «Инновационный проект развития образования» (1997—2004 годы), «Проект реформы системы образования» (запущен в 2001 году) и с 2005 года — проект «Информатизация системы образования» (ИСО) [27; 28].

Одной из основных целей проекта «Информатизация системы образования» является формирование в Российской Федерации эффективно действующей системы создания, внедрения, распространения и сопровождения цифровых образовательных ресурсов. В рамках проекта ИСО планируются разработки, результаты которых могут позволить средней общеобразовательной школе сделать стремительный бросок в будущее, где все большее значение будут играть информационные и коммуникационные технологии. В рамках этого проекта планируется создание единой национальной коллекции цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), содержащей более ста тысяч объектов. Сформированная по предметно-тематическому принципу, такая коллекция может оказать неоценимую помощь в освоении цифровых ресурсов как «массовым» учителем, так и «творческим» учителем, самостоятельно разрабатывающим авторские

Роль Национального фонда подготовки кадров (НФПК)



программы обучения и использующим новые материалы в качестве образовательного ресурса.

В коллекцию ЦОР должны войти учебно-методические, художественные и научные тесты; графические изображения; звуковые и музыкальные фрагменты; цифровые копии художественных и научно-популярных фильмов; модели физических явлений, естественнонаучных и социальных процессов; картографические системы; словари; переводчики и прочее. Помимо цифровых источников, в национальной коллекции предполагается собрать различные информационные инструменты, необходимые для успешной учебной деятельности. В частности, там будут собраны такие инструменты создания и редактирования цифровых ресурсов, как редакторы текстовых и гипертекстовых документов, редакторы графических объектов, в том числе карт (ГИС), диаграмм, чертежей (САПР). Там же будут собраны средства обработки и представления массивов числовых данных; инструменты обработки изображений, звука, видео; виртуальные лаборатории; инструменты, обеспечивающие просмотр объектов; системы обработки аудио, видео. Описания ресурсов будут содержать ссылки на элементы образовательных стандартов, класс, уровень изучения материала, темы по предмету, виды учебной деятельности, необходимое дополнительное цифровое оборудование и цифровые инструменты и т.д. Коллекции будут давать возможность учителю легко и быстро создавать презентации по определенной учебной теме на основе имеющихся графических объектов и оцифрованных статей первоисточников по данной тематике [30].

Особое значение в проекте ИСО придается созданию учебных материалов нового поколения, в частности, инновационных учебно-методических комплексов (далее ИУМК), ориентированных на «открытую архитектуру» школы, на инновационные формы организации педагогического процесса, современные информационно-коммуникационные технологии и доступность больших массивов образовательных источников. В феврале 2005 года НФПК объявил конкурс на создание инновационных УМК для системы общего образования, в рамках которого планируется разработать и передать российской системе образования инновационные учебно-методические материалы, которые могут быть использованы при организации и осуществлении учебного процесса в условиях формирующейся в настоящее время образовательной среды, основанной на ИКТ. Предполагается, что эти инновационные продукты помогут учащимся достичь нового уровня образования, необходимого как для жизни в современном обществе, так и в обществе, контуры которого еще только формируются. Такие комплексы предназначены для творческого учителя, готового и способного самостоятельно строить процесс обучения. ИУМК должны обеспечить комплексный подход к модернизации системы образования, достижение качественно новых результатов учения и обучения. При этом очень важно определить процедуры создания подобных материалов. Это не может быть стандартный процесс, принятый сегодня в большинстве случаев при



производстве учебно-методической литературы. Разработка подобных комплексов является весьма перспективным научно-исследовательским направлением, обеспечивающим задел для создания учебных материалов нового поколения, необходимых в условиях ИКТ — насыщенной среды. Инновационные учебно-методические комплексы включает комплект материалов, полностью обеспечивающий потребности организации учебного процесса по выбранному предмету (предметной области, теме) или межпредметной области.

Требования конкурса призывают к необходимости разработок, изменяющих характер взаимодействия учителя и ученика, с большим акцентом на индивидуализацию процесса обучения. В такой системе развиваются способности к самостоятельному освоению материала, формированию навыков поиска, оценки, отбора и организация информации; к исследовательской деятельности, основанной на реальных и виртуальных экспериментах и к ориентации на коллективные формы работы. Организаторы конкурса понимают, что перед потенциальными авторами ставится сложная задача — создать продукты, отличающиеся новизной и оригинальностью в условиях минимального опыта разработки подобных продуктов в России. Для того чтобы помочь потенциальным разработчикам, НФПК проводит информационные и учебные семинары с привлечением ведущих российских и зарубежных ученых, а также координирует научно-исследовательскую деятельность для определения оптимальных подходов к разработке ИУМК.

Первый в Российской Федерации конкурс на разработку нового поколения цифровых образовательных продуктов с использованием информационных и коммуникационных технологий был реализован НФПК в 2001—2004 годах в рамках Инновационного проекта развития образования (ИПРО). Это достаточно известный 9-й тур конкурса ИПРО «Создание учебной литературы нового поколения на электронных носителях для общеобразовательной школы» [31]. Авторы данной статьи имели честь принимать участие в организации конкурса и экспертизе разработанных на конкурсной основе электронных изданий различных образовательных продуктов (далее ЭИ<sup>1</sup>). Обобщение этого опыта позволяет выделить как успехи, так и наиболее типичные проблемы, характерные для многих разрабатываемых в России УМК, ориентированных на использование средств информационных технологий.

Важно отметить, что конкурсы, проведенные НФПК, стимулировали интерес профессиональных разработчиков программных продуктов к работе на образовательном рынке. Для участия в конкурсах НФПК формировались смешанные рабочие коллективы, куда вошли

Уроки  
прошедших  
конкурсов

<sup>1</sup> Словосочетание «электронное издание» (ЭИ) использовалось в терминологии 9-го тура конкурса на разработку инновационных учебно-методических материалов ИПРО. Мы будем продолжать использовать данный термин при описании реалий 9-го тура.





опытные программисты, педагоги-практики и авторы популярных учебников. В ряде случаев лучшие зарубежные цифровые учебные ресурсы, локализованные в России, такие как упоминавшиеся ранее *Interactive Physics/Живая Физика* и *The Geometer's Sketchpad/Живая Геометрия*, были интегрированы в традиционно глубокие по содержанию российские учебные курсы по физике и математике. В результате такого симбиоза возникли учебные цифровые ресурсы, не уступающие лучшим мировым образцам, например, победившие в конкурсе НФПК курсы физики и математики для старших классов, которые станут доступными всем школам России.

Тем не менее, несмотря на отдельные прорывы, многие российские коллективы разработчиков повторяют ошибки и заблуждения, которые были характерны для ранних этапов создания инновационных образовательных средств на базе ИКТ. Многие из типичных болезней периода 1970-х годов, описанные в первом разделе статьи, выявились при анализе работ, поданных на конкурс. Наиболее типичные ошибки будут анализироваться в следующем разделе. Мы уделяем им внимание потому, что их учет может помочь разработчикам при создании инновационных образовательных продуктов в рамках предстоящих конкурсов.

Здоровье —  
состояние,  
противополож-  
ное болезни

---

Как это ни покажется странным, но медицина испытывает трудности в определении самого фундаментального понятия — здоровья. Обратившись к МСЭ или другим энциклопедическим изданиям и отсекая второстепенные по важности рассуждения, читатель выйдет на определение здоровья, подобное вынесенному в заголовок настоящего раздела. И дело здесь не в слабости медицины, а в том, что такое всеобъемлющее понятие, как здоровье, легче всего определить через его антипод — болезнь. А болезни медики выявляют по симптоматике, патогенезу, молекулярному механизму и т.д. Вот и получается, если человек не проявляет признаков известных болезней, значит — здоров. По аналогии с медициной, мы попытаемся определить наиболее типичные, на наш взгляд, болезни, которыми страдали отечественные разработки в области, поданные на предыдущие конкурсы. В этом смысле «здоровыми» будут считаться те из предложенных на предстоящие конкурсы ИУМК, у которых отсутствуют проявления описанных в этом разделе недугов. Заметим, что список этот далеко не полный, и что отсутствие явных признаков известных недугов является необходимым, но не достаточным условием того, что будет создан по-настоящему инновационный и успешный продукт.

Болезнь  
квазиинноваций

---

Ориентация на рынок, в основном репетиторский, зачастую приводит к тому, что авторы вписывают разрабатываемые УМК в привычные рамки устоявшихся школьных курсов. Рынок наводняется учебными пособиями, которые, по сути, представляет собой попытку реанимации программированного обучения, украшенного движущимися картинками, музыкальным оформлением и мультимедийными эффектами. Внешне они могут иметь атрибуты инноваций, но, по



сути, остаются ближайшими родственниками тривиальных учебных курсов. Вооруженный таким УМК, учитель может по-прежнему вещать с кафедры или подиума, а ученики по-прежнему будут стараться запоминать то, что им говорит учитель, дополняя его рассказы «чтением — слушанием — разглядыванием» мультимедийного сопровождения. Многовековая модель школы не изменится на йоту.

В то же время, как показывают опросы руководителей «отдела кадров» первых 400 компаний мира [31], конкретные «репродуктивные» знания поступающих на работу ценятся работодателями меньше, чем способность учиться, умение работать в группе, умение выявлять проблемы и применять на практике полученные знания. Комментируя конфликт между требованиями современного производства и структурой современной школы, один из руководителей компании «Боинг» как-то отметил: «Представьте 30—35 юных работников, которые приходят в одну большую комнату, сидят рядами, строго следуют всем инструкциям мастера, и при этом им запрещается говорить друг с другом. Единственное место в обществе, где подобная модель еще сохранилась, — это школа».

Разработчики образовательных инноваций, как правило, понимают, что их продукты не так-то просто внедрить в сложившийся веками учебный процесс. Признаком типичного недуга является надежда, что кто-то как-то это в школе устроит, но то, как именно это произойдет, страдающих этим недугом не заботит. Они отдают эти вопросы как бы на усмотрение самих школ, точнее — учителей. На первый взгляд, такой подход кажется демократичным: учителю трудно навязать определенную форму ведения урока и определенный способ использования учебных ресурсов. Каждый учитель подстраивает учебные материалы под свои потребности и возможности. И все же, наивно верить, что учителя сами придут к успешной модели использования цифровых учебных средств в школе. Тут, возможно, надо «ломать» себя. Многие ли педагоги способны на такой шаг? Следовательно, будущие ИУМК должны сопровождаться детальными сценариями, которые потом предстоит проверять и уточнять уже в ходе апробации в конкретной школе.

Необходимость привязки инновационного УМК с моделью школы означает, что не следует абстрактно делить инновационные продукты на «хорошие» и «плохие». Все определяется моделью школы. Например, географические информационные системы (ГИС) — мощное средство организации и анализа географической информации. Хороший это или плохой цифровой учебный ресурс? Все зависит от того, собираются ли в модели школы использовать активные, деятельностные, развивающие подходы. Аналогичная ситуация складывается с любыми учебными цифровыми ресурсами. Наличие компьютеров в школе само по себе не означает, что школа выберет инновационные, «открытые» учебные средства. В традиционной модели школы компьютер будут пытаться превратить в электронный учебник или в электронного лектора.

Как-то все  
это будет  
использовано...

---



Примитивные  
тесты вместо  
оценки знаний

---

Проверка и оценка знаний, умений и навыков учащегося — пожалуй, самый трудоемкий компонент труда учителя. Именно в этом направлении нужно искать пути реального повышения производительности учительского труда. Разумеется, создать процесс углубленного тестирования непросто. В то же время средства ИКТ уже сегодня позволяют автоматизировать достаточно сложные тестовые задания, включая:

- заполнение всякого рода пробелов;
- сравнение обширных текстовых ответов с контрольным текстом;
- ранжирование ответов;
- выделение специальных зон в схемах и диаграммах;
- гиперсвязь выделенных зон на рисунках и диаграммах с текстовыми аннотациями;

- перемещение компонентов и формирование сложных схем;
- создание концептуальных карт-схем темы (concept map);
- создание и заполнение двухмерных и трехмерных матриц.

В то же время подавляющее большинство разработчиков цифровых образовательных ресурсов предпочитают оценивать знания учащихся с помощью примитивных тестов на выбор правильного ответа из нескольких предложенных. В предыдущих конкурсах практически отсутствовали задания на проверку способности школьника к сравнительному анализу, были крайне редки вопросы, ориентированные на проверку соответствующего предмету исторического экономического, или какого-либо еще типа мышления, способностей к синтезу и анализу, поиску взаимосвязей.

Преобладали тестовые задания на запоминание типа: «как называется...» или «в каком году...». Задания на выбор правильного слова или даты составить несложно. Компьютер может не только быстро проверять правильность ответов, но, в принципе, и генерировать такие тесты. Они эффективны в основном для проверки механического запоминания материала, на что, в сущности, они и были нацелены. Трудно рассчитывать, что возникнут качественно иные тесты до тех пор, пока основная парадигма ЭИ не изменится с «пассивно-знаниевой» на «активно-деятельностную».

Законсервированные  
ответы вместо  
оценки знаний  
исследовательской  
деятельности

---

В педагогику термин *Precanned answers*/консервированный ответ пришел из лексикона программистов. Английское «*canned answer*» подчеркивает неоригинальный, заранее подготовленный ответ, не требующий больших усилий, все равно как кормление гостей консервами из баночки (ср. *canned food*). Приставка «pre» усиливает этот тезис, делая ответ как бы «пре-пре-подготовленным». В компьютерной литературе «*precanned answer*» означает, что в ответ на нажатие кнопки пользователь получает единственный заранее подготовленный ответ. В педагогической литературе термин «*precanned lab*» стал метафорой «нетворческой» лабораторной работы с заранее готовым ответом. Иначе говоря, этот недуг подчеркивает «неисследовательский» и даже «антилабораторный» характер лаборатории.



Вспоминается один из программных продуктов, представленный на 9-й тур конкурса ИПРО в качестве пособия по химии. Его создатели предлагали элегантный пользовательский интерфейс в виде колб с реактивами, химической посуды, подобия химического стола. Развитая система подсказок сообщает пользователю разного рода данные о свойствах соединений. В одной из работ предлагается собрать виртуальный химический аппарат и провести растворение щелочных металлов в воде с последующим определением кислотности раствора. На экране высвечивается масса фактов, от температуры плавления до цвета соединений, которые необходимо занести в таблицы. Эта и подобные весьма добротные лабораторные работы преследует ту же цель запоминания и воспроизведения на экзамене свойств и эмпирических формул химических соединений, хотя именно требование заучивания эмпирических формул и свойств соединений, по личному опыту и наблюдениям многих, отвращает школьников от химии.

Между тем химия обладает уникальной возможностью пробудить интерес школьника к тайнам микромира путем демонстрации макроскопических эффектов, таких как фазовые переходы, или изменение цвета, нагревание и даже взрыв при смешивании двух безобидных на вид веществ. Компьютерные технологии могут не только безопасным образом продемонстрировать эти явления, но и одновременно представлять их динамические атомные и молекулярные модели, помогая тем самым школьнику понять механизм, лежащий в основе наблюдаемых явлений. Меняя параметры модели, например электрический заряд, концентрацию частиц, эластичность стенок или тепловую энергию системы, школьник может наблюдать возможные макроскопические последствия, скажем изменение скорости реакции или разбухание клеток в солевом растворе вследствие осмотического давления жидкости. (Речь тут идет о программах, которые уже доступны школьникам и могут работать на стандартных компьютерах.)

Задайте вопрос, вынесенный в заголовок этого раздела, выпускнику средней школы. Если даже этот ученик и не слыл в младших классах математическим гением, а так, хорошим по успеваемости школьником, — то и он, скорее всего, возьмет кусок бумаги и карандаш и начнет с подстановки цифр, чтобы проверить, выполняется ли равенство между  $(a+b)^2$  и  $a^2 + b^2$ , и не обнаружив такого, начнет перемножать, раскрывать скобки и т.д. Заметьте, его исходным импульсом, скорее всего, будет не попытка «вспомнить», что Мария Ивановна говорила по этому поводу в классе, а желание самому исследовать этот вопрос. Не исключено, что наш гипотетический школьник будет ошибаться. Тем не менее, идея того, что в математике надо пытаться исследовать и доказывать, а не заучивать и вспоминать, что на этот счет говорил учитель, что в математическом факте можно разобраться самому, — это результат глубокой математической традиции, особенно характерной для российской школы.

Об одном ключевом критерии инновации

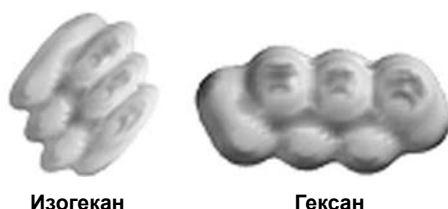
---

Почему квадрат суммы не равен сумме квадратов?

---



В России поколения учащиеся выросли на идее исследовательской деятельности в рамках школьных курсов математики, в отличие от других дисциплин, где традиционно большое значение придается заучиванию определений и формул.



**Рис.1**  
Трехмерное изображение молекул гексана и изогексана (объяснение в тексте)

Попробуйте, по аналогии, задать вполне успешным старшеклассникам примерно того же уровня химический вопрос: «Почему вода при комнатной температуре — жидкость, а двуокись углерода — газ?» Один из авторов статьи задал группе выпускников средней школы этот вопрос. Видно было, как напряженно они пытались вспомнить, не говорили ли им что-либо по этому поводу в школе, или не было ли что-либо по этому поводу написано в каком-нибудь учебнике. Не помогло. Самым «глубоким» ответом было: «исторически сложилось». Пройдя полный курс химии, они не пытались рассуждать, доказывать, или выводить, а лишь старались вспомнить объяснение педагога или цитату учебника. За исключением математики, педагогам крайне редко удается развить у учащихся исследовательский подход к изучению школьных предметов. В школе «проходят» химию, физику, биологию, географию или историю, знакомясь с некоторой совокупностью фактов и концепций, выработанных этими науками, но крайне редко учат рассуждать и действовать как физики, химики, биологи, географы или историки.

Дело здесь не в какой-то особой лености ума школьников, отказывающихся действовать как исследователи вне предметов математического цикла. Коренная причина — в практически полном отсутствии у педагогов инструментария для формирования и поддержки исследовательской деятельности, и недостатка учебно-методического материала, на который эта работа в школе могла бы опереться. Несколько упрощая ситуацию, сформулируем ее примерно так: все знают, что в математике надо по возможности все исследовать и доказывать, а не читать и запоминать. Чтобы заниматься исследовательской математикой можно, в крайнем случае, обойтись ручкой и бумагой, а вот для исследовательской деятельности в химии, физике, биологии, географии, истории нужны лаборатории, коллекции учебных ресурсов и сложные инструменты поддержки учебной деятельности<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Парадокс, кстати, состоит в том, что именно математики создали в последнее десятилетие и активно используют в школе ряд инновационных цифровых учебных ресурсов, которые существенно расширили возможности учащихся заниматься исследовательской математикой. К числу лучших из них относятся цифровые ресурсы на базе языка «Лого» и упоминавшийся ранее The Geometer's Sketchpad, известный в России как «Живая Геометрия». Оба эти продукта создают совершенно новые возможности для математических исследований в средней школе.



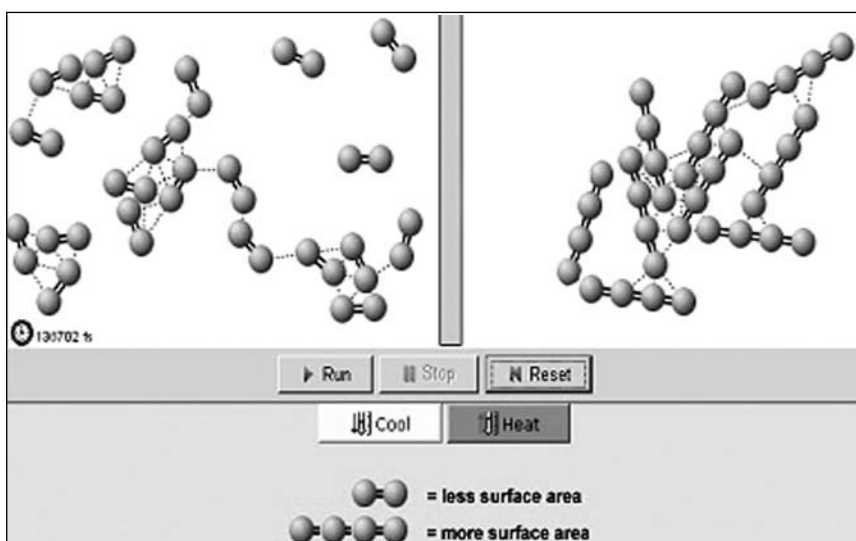
В этом и подобных случаях хотелось бы, чтобы учащиеся были в состоянии использовать современные цифровые коллекции и цифровые инструменты для проведения собственных исследований и формирования самостоятельных ответов. При наличии таких ресурсов старшеклассники могли бы с помощью компьютера, найти в молекулярной базе данных интересные их соединения, а затем с помощью визуализатора, вызвали бы на экран компьютера трехмерные отображения этих молекул (см. Рис. 1).

Зная методы компьютерной визуализации, они бы разобрались с полярностью и нашли бы величины дипольных моментов... короче говоря, они должны были бы аргументировано разъяснить, почему межмолекулярные притяжения молекул воды друг к другу гораздо сильнее, чем между молекулами углекислого газа, и легко пришли бы к выводу о том, что тепловое движение при комнатной температуре легко противостоит силам притяжения между молекулами  $\text{CO}_2$ , отчего те и пребывают в газообразной форме.

Далее можно было бы задать им «вопрос на засыпку» — вот, мол, два органических соединения, оба имеют одинаковую формулу  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , т.е. состоят из одних и тех же атомов. Первое вещество — гексан — кипит при  $69^\circ\text{C}$  надо бы набрать градусы, а другое — изогексан, — при  $180^\circ\text{C}$ , т.е. при комнатной температуре первое — жидкость, а второе — газ. Разбираясь, в чем состоит разница между молекулами, школьники опять-таки обращаются к современным компьютерным средствам трехмерной молекулярной графики, и начинают подозревать, что отличие заключается в форме. Гексан имеет форму цилиндра, а изогексан напоминает шар (см. Рис. 1).

Рис. 2

Фрагмент динамической молекулярной модели



Пунктирными линиями показаны водородные связи, число которых возрастает с увеличением поверхности соприкосновения.

Модель позволяет проследить за связью между размером и формой молекул и температурой кипения (подробней см. [www.concord.molo.org](http://www.concord.molo.org)).

Теперь приходит черед еще одному современному цифровому учебному инструменту — динамическим молекулярным моделям



(см. Рис. 2). Моделируя поведение молекул с разной поверхностью, учащиеся экспериментируют с формой и размером поверхностей молекул и убеждаются в том, что чем больше водородных связей формируют молекулы (пунктирные линии на Рис. 2), тем прочнее агрегаты между ними.

Воспользовавшись примерами из химии, можно выделить одну общую характеристику ИУМК — они должны учить школьников не только фактам и концепциям определенной предметной области, но и вырабатывать у них способность мыслить, рассуждать и действовать как исследователи данной предметной области. Последний критерий нам кажется определяющим.

Мыслить  
и действовать  
как физик

Попытка учить школьника академическому курсу физики часто оказывается неудачной. Начинается он, как правило, с того раздела механики, в котором речь идет про блоки-полиспасты, зовется он статикой, и требует решения алгебраических уравнений. Статика отвратила не одно поколение школьников от захватывающего занятия физикой, как способа познания мира. Дело даже не столько в том, **что** проходят в школе по физике, а в том, **как**. Насколько удастся вовлечь учащихся в исследования того, что вызывает их любопытство и интерес, насколько прививается и стимулируется у них умение рассуждать и действовать, как физики. Вот конкретный пример исследования по теме, например, «Температура, теплота и теплопроводность». В начале урока учитель предложил школьникам «пощупать» куски дерева, алюминия и пенопласта, а потом записать, какой из них «холоднее». Алюминий был явно холоднее всех. Учитель предлагает разобраться, почему все-таки при одной и той же температуре воздуха одни предметы кажутся намного холоднее других.

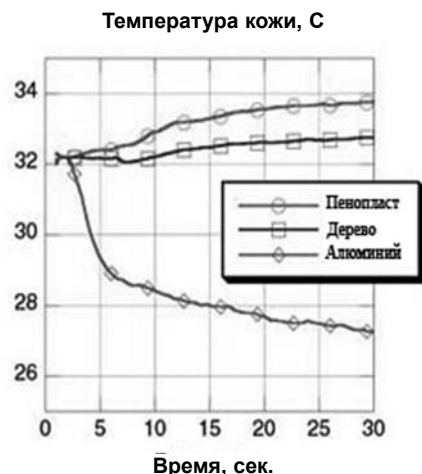


Рис 3а. Школьница измеряет температуру пальца, который находится в контакте с пенопластом, куском дерева или алюминия. Все объекты находятся при комнатной температуре 24° Цельсия.

Рис. 3б. График изменения температуры на поверхности кожи пальца в месте контакта.



Учащиеся одной из школ смогли экспериментальным путем найти правильный ответ, не без помощи педагога, конечно. На *Рис. 3* видно, как школьница (7-й класс) с помощью высокочувствительного датчика оценивает температуру на поверхности куска дерева, алюминия и пенопласта. После того как она убедилась, что при комнатной температуре в  $24^{\circ}\text{C}$  поверхности всех трех предметов имеют примерно ту же температуру, что и воздух, она решила измерить температуру поверхности кожи пальца, начиная с момента касания этого пальца поверхности исследуемых предметов. Обратите внимание на график (*Рис. 3*). Это ведь небольшое открытие. При касании пенопласта или дерева температура кожи на пальце немного приподнялась, но вот при касании алюминия она начала резко снижаться, опустившись всего через 5 секунд с  $32^{\circ}\text{C}$  до  $28^{\circ}\text{C}$ , продолжая после этого довольно быстро снижаться. Не в этом ли разгадка?

Обнаружив описанный выше феномен, семиклассники уже вполне подготовлены к тому, чтобы внимательно выслушать рассуждения учителя о том, что нервные клетки мозга реагирует не столько на температуру кожи, сколько на скорость ее изменения. Одно дело гулять босиком по теплomu песку, когда поверхность кожи на ногах постепенно нагревается до  $40^{\circ}\text{C}$ , и совсем другое, если она за секунду — другую подскочила до  $50^{\circ}\text{C}$ . Не на огонь ли мы наступили, думает мозг, заставляя нас резко, не задумываясь, отдернуть ногу. То есть ощущение того, насколько «горячим» или «холодным» является предмет связано с тем, как быстро происходит теплообмен между кожей и этим предметом. Школьники теперь начинают свободно рассуждать о том, что объект, который повысил температуры кожи до  $50^{\circ}\text{C}$  за 1 секунду, кажется гораздо горячее объекта, который сделал это за 30 секунд. То же самое справедливо и для «холодных» предметов, которые быстро отбирают тепло у кожи. Заодно учащиеся получают существенную подготовку по таким трудным разделам физики, как «температура, теплота и теплопроводность».

Современная биология наполовину — описательно-природоведческая наука, наполовину — атомно-молекулярная. Сегодняшней школе следовало бы, на наш взгляд, не противопоставлять их, а находить точки пересечения между этими два дополняющими друг друга подходами к изучению живого. Не менее важно, на наш взгляд, помочь учащимся мыслить и действовать и как полевой биолог-натуралист, и как лабораторный молекулярный биолог, внедрив исследовательский аспект в преподавание и того и другого. Как и в предыдущих разделах, упомянем несколько примеров цифровых образовательных ресурсов, которые могли бы использовать информационные технологии для развития исследовательской парадигмы.

Мыслить  
и действовать  
как биолог

---

### **Компьютеризованные определители**

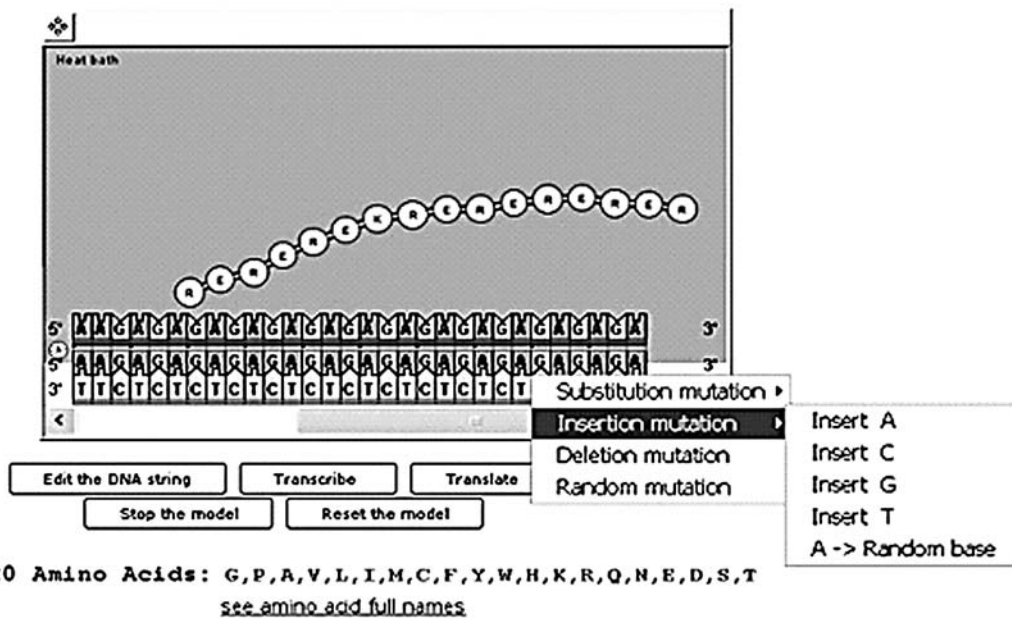
Иллюстрированные фотографиями и видеоклипами определители животных и растений, построенные в виде базы данных, с возможностями многопараметрического поиска и дружественным интерфейсом,





позволили бы внедрить исследовательский аспект в преподавании ботаники и зоологии, дав школьнику возможность формулировать сложные запросы. Представьте восьмиклассника, начавшего изучать позвоночных. Вот он вызвал на экран все отряды животных, у которых есть позвоночник, а потом «попросил» компьютер оставить на экране только тех, у кого есть череп, и выяснил с удивлением, что есть бесчерепные позвоночные, например миноги. Воодушевленный, он начал придумывать все более изысканные запросы, например, есть ли животные, которые откладывают яйца, как ящеры и птицы, но выкармливают детенышей молоком, как млекопитающие... и открывает для себя утконоса, читает подробное описание, рассматривает видеоклип о его поведении в природе, имеет доступ к трехмерному изображению его органов и прочее. Описанный ЦОР интегрирует цифровую биологическую коллекцию и цифровой учебный инструмент поиска. Вместе они способны стимулировать исследовательскую деятельность, не замещая полевые работы под руководством опытного учителя-натуралиста, а дополняя их. Осмелев, наш гипотетический восьмиклассник попытался с помощью цифрового определителя — реляционной базы данных решить обратную задачу, — разобраться, к какому виду принадлежит странное создание, которые он нашел во время отлива. По виду — камень, но явно живое. Назавтра он сделал доклад на уроке зоологии про это таинственное ракообразное животные.

### Молекулярные визуализаторы и молекулярные модели



**Рис. 4.** Модель биосинтеза белка, которая позволяет изменять генетический код и наблюдать изменения в первичной структуре белка и его пространственной организации. Возможно также генерировать спонтанные мутации и исследовать их влияние на пространственную структуру белка.



Сегодня ученый-биолог считает, что он объяснил какое-либо жизненное явление, если он смог объяснить его на языке взаимодействия атомов и молекул. Пример — наследственность и изменчивость. В последние 50 лет биологическая наука сделала ошеломляющий скачок от первых гипотетических моделей ДНК до расшифровки молекулярного кода наследственности человека и других биологических объектов. На очереди выяснение деталей молекулярной организации работы клетки. Все это предъявляет особые требования к новому виду грамотности — молекулярной. Для ее развития используются компьютерные молекулярные динамические модели, вроде тех, что предлагаются в виде открытого продукта на сайте [www.molo.concord.org](http://www.molo.concord.org). Среди предложенных там моделей, имеется, например, модель транскрипции и трансляции генетической информации (Рис. 4). Произведя мутацию ДНК, учащиеся могут немедленно увидеть, к каким последствиям для белка приводит данная мутация. Работая с такой моделью, школьники могут не только лучше понять центральную догму современной биологии, но и, например, исследовать последствия мутаций разного типа, т.е. провести небольшое компьютеризованное исследование по молекулярной биологии.

Со времен СССР в российской школе сохранилась традиция деятельности подхода к изучению предметов историко-философского цикла. Поэтому представляется особенно важным формирование у учащихся самостоятельного исторического мышления, умения работать с оригинальными историческими документами, знать принципы их верификации. Все это требует доступа школьников к разнообразным коллекциям исторических материалов, обучение их принципам исторического анализа с использованием возможностей ИКТ и привлечением возможностей других наук — химии, биологии, географии и т.д., что в свою очередь открывает широкие возможности для интеграции и развития междисциплинарных связей.

Ввиду того, что нам неизвестны отечественные примеры интеграции курса истории и естественных наук с применением средств ИКТ, приведем пример экспериментальной разработки, выполненной одним из авторов этой статьи во время его работы в США. Пример этот может оказаться полезной иллюстрацией возможностей и трудностей, с которыми связана разработка развивающих, использующих деятельностный подход ИУМК по истории. Работая с группой разработчиков нового поколения учебных продуктов, автор пытался интегрировать учебные материалы, связанные с разными периодами истории США, с курсами литературы, математики, физики и химии.

Ниже приводится выдержка из опыта разработки одним из авторов данной статьи пилотного модуля, в основу которого легла одна из наиболее «традиционных» тем школьной истории США XVII века — «охота на ведьм» и последующие репрессии 1692 года. Весной этого года по ложным доносам были арестованы десятки жителей небольшого города Салем/Salem, расположенного на севере

Мыслить  
и действовать  
как историк



штата Массачусетс. Часть арестованных казнили. У обвиняемых, в основном женщин, выбивали признания в колдовстве и напускании «порчи» на городских подростков, которые, по показаниям очевидцев, проявляли признаки конвульсий и периодически впадали в летаргические состояния.

Вещественных улик у обвинителей не было. Обвинения строились на «видениях» свидетелей (*spectral evidence*). Ну и конечно, показания «выдавливались», причем делалось это буквально, путем накладывания на обвиняемого камней возрастающего веса. В обстановке всеобщего страха и истерии, «околдованные» подростки, а вслед за ними и вполне здоровые добровольцы-энтузиасты, выискивали ведьм вначале в родном городе, а потом добрались и до далекого Бостона. Как всегда, большинство жертв доносов были людьми независимых суждений. Были среди «ведьм» чьи-то личные враги, но большинство составляли состоятельные вдовы, богатству которых завидовали. Доносы, истерия, неправые суды и казни невинных резко пошли на убыль, после того как губернатор штата Массачусетс запретил судам принимать «видения» свидетелей в качестве доказательства причастности к колдовству.

Детальное изучение темы «Охоты за ведьмами» в курсе американской школьной истории способствует формированию правовой культуры американских школьников. События, связанные с процессами 1692 года, тщательно документированы и отражены в книгах и в произведениях изобразительного искусства. В городе Салем есть Музей Ведьм. Через сеть Интернет можно получить доступ к многочисленным оригинальным документам того периода <<http://etext.virginia.edu/salem/witchcraft/>>, познакомиться с детальной хронологией событий 1692-го года, <<http://www.salemweb.com/memorial/>>, или даже посмотреть мультимедийные реконструкции города Салема и его окрестностей <<http://school.discovery.com/school-advetures/salemwitchtrials/>>.

### **Если не колдовство, то что?**

Существует обширная литература о социальных и правовых аспектах репрессий 1692 года, но до сих пор нет однозначного ответа на вопрос, что все же послужило причиной описанных очевидцами конвульсий и летаргических состояний «околдованных» подростков? Мы решили выбрать этот до конца не решенный вопрос в качестве исследовательского, поставив перед школьниками задачу его исторического анализа с использованием методов различных дисциплин, от математики и биологии до физики и химии. Такой анализ и стал главной «детальностью» интегрированного исторического модуля, посвященного «охоте на ведьм» и названного автором *The Fear of the Unknown/Ужас перед неизвестным*. В соответствии с активно-деятельностной концепцией изучения истории школьникам предлагалось выступить свидетелями защиты, предложив суду гипотезы о происхождении симптомов конвульсий и летаргических состояний, альтернативных «колдовству». В итоге школьники должны



были опубликовать данные своих исследований в специально созданной «виртуальной типографии», позволяющей набирать и печатать документы, используя типографские шрифты и стилистику того периода (заодно познакомившись с историей книгопечатания в Америке).

### Энцефалит летаргический

Школьники могли предложить любую гипотезу о происхождении симптомов «околдованных» подростков, а потом попытаться доказать ее, используя имеющиеся инструменты анализа. В материалах учебного курса начинающим историкам предложили наряду с собственными гипотезами попытаться доказать или опровергнуть предположение о том, что конвульсии и летаргические состояния, наблюдаемые у салемских подростков, были вызваны неизвестной медицине того времени эпидемией. Речь шла о появившейся в исторической литературе гипотезе, согласно которой симптомы у «околдованных», с которых начались обвинения и поголовное преследование неугодных, могли быть вызваны болезнью, описанной в начале 1930-х. Называется эта болезнь «энцефалит летаргический /*encephalitis lethargica*». Как и другие разновидности энцефалита, эта форма, по-видимому, передается укусами членистоногих и, как следует из медицинской литературы, может вызывать конвульсии и летаргические состояния. Школьники понимали, что для того, чтобы их доводы были убедительными, они должны применить анализ исторических документов в сочетании с методами других наук, реально интегрируя историю с математикой, биологией, физикой и химией. При этом деятельностью оказывалась не только модель преподавания истории, но и другие предметы получали столь необходимый мотивационный контекст.

### Виртуальные среды



Рис. 5. Виртуальный Салем. Слева — одна из улиц города. Справа — виртуальное книгохранилище.

Для того чтобы помочь «погружению» учащихся в историческую среду соответствующего периода, мы решили воссоздать Салем конца XVII века, позволив школьникам как «аватарам» из будущего самостоятельно перемещаться по виртуальному городу, заходя в местный



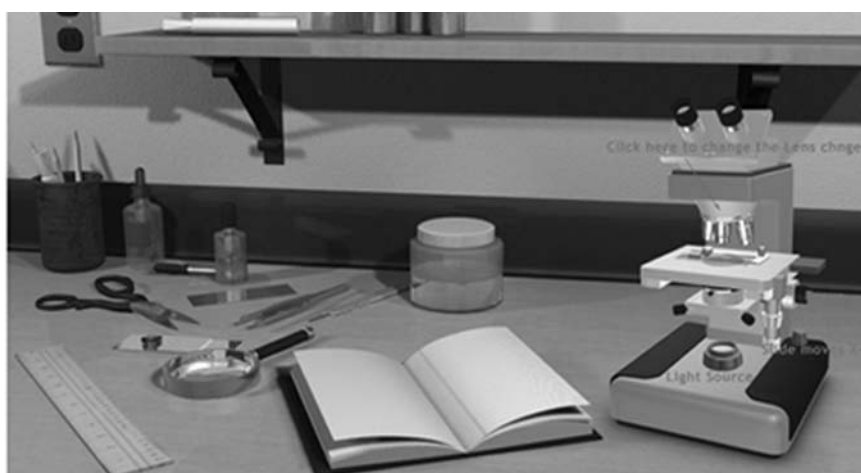
архив, здание суда или типографию, где работает анимированный печатный станок, или просто «бродить» по его улицам и площадям. В виртуальном книгохранилище можно было получить доступ к оригинальному историческому документу конца XVII века. В этом книгохранилище графический образ старинной рукописи или портрета были гиперсвязаны с оригинальными документом в соответствующем архиве или библиотеке. В здании суда школьники могли получить доступ к протоколам допросов свидетелей процесса и другим документам. Мы не стали воссоздавать «публику», но развесили на стенах здания суда картины художников, в которых отражены сцены допросов, покаяний и самих процессов.

### **Виртуальные рабочие места**

Для интеграции исторического и естественнонаучного анализа и развития деятельностного, исследовательского подхода к изучению этих дисциплин были созданы виртуальные «рабочие места» экспертов по источниковедению, астрономии, химии, физике, биологии и математике. Каждое рабочее место эксперта было снабжено соответствующими интерактивными моделями виртуальных приборов и инструментами. Например, виртуальный оптический микроскоп (Рис. 6) имеет те же настройки, что и настоящий оптический микроскоп, а на рабочем месте — реактивы и материалы, которые используются в реальной жизни для подготовки срезов для микроскопического анализа. Эта разработка велась совместно со специалистами компании View Point <[www.viewpoint.com](http://www.viewpoint.com)>, обладающей уникальной «rep-and-zoom» технологией, позволяющей свободно манипулировать трехмерными объектами, рассматривая их под разными углами, «заглядывая внутрь» или разбирая их «на куски».

**Рис. 6**

**Виртуальное рабочее место биолога**





### История с математикой

Используя электронные математические таблицы, школьники строили кривые появления «околдованных» на основе данных, взятых из оригинальных исторических документов. Затем они сравнивали эти кривые с имеющимися в медицинской литературе графиками частоты заболеваемости летаргическим энцефалитом в разные месяцы года, зарегистрированные в разных местах мира (мы представили школьникам данные, взятые из научных медицинских журналов и адаптированные для классного чтения). Получившиеся кривые, в свою очередь, сравнивали с сезонной динамикой активности комаров — переносчиков болезни. На каждой из кривых имелись пики. Максимальное количество «околдованных» подростков обнаружили в Салеме ранней весной, в конце марта — начале апреля. Примерно на это же время в мягком, влажном климате обычно проходит пик активности комаров. Так, например, школьники могли обнаружить, что именно на конец марта — начала апреля приходится вспышка летаргического энцефалита, детально документированные в ряде стран мира в 1930—1960 годах. Совпадение динамики «колдовства» и болезни могло считаться косвенным математическим аргументом в пользу выдвигаемой гипотезы об эпидемии.

### Какой все-таки была весна 1692-го?

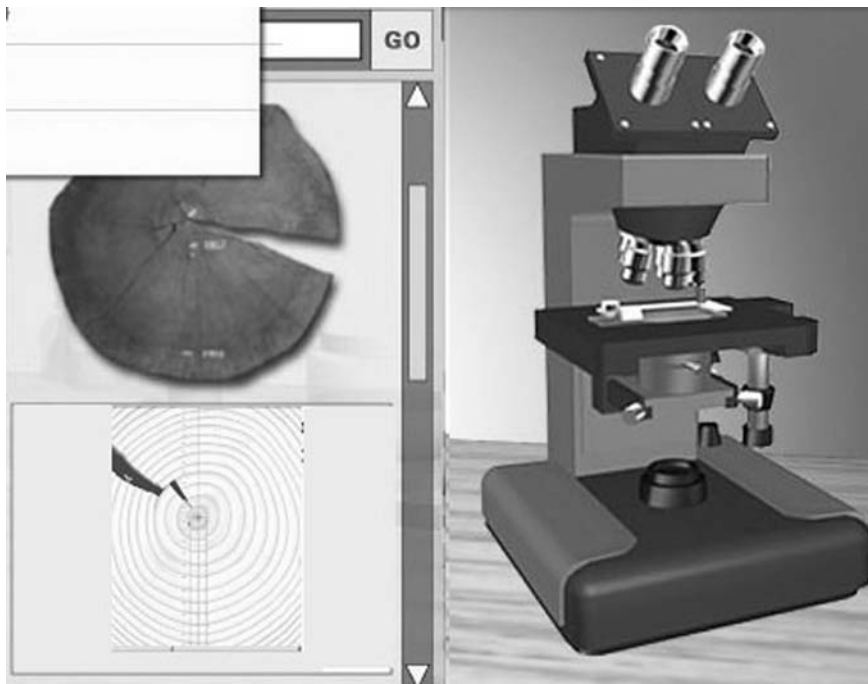
Чтобы поддержать «энцефалитную» гипотезу, школьникам надо было найти доказательства того, что в конце марта — начале апреля в Салеме и окрестностях уже достаточно тепло и влажно, т.е. существуют условия, необходимые для размножения комаров — потенциальных переносчиков энцефалита. Поэтому вопрос о том, какой была весна 300 с лишним лет назад, вынесенный в заголовок, был весьма важен. В то время как одни школьники занялись розыском упоминаний о погоде весной 1692 года в дневниках и воспоминаниях современников, другие отправились на поиски более объективных научных данных. Юные историки понимали, что дневниковое упоминание о том, что весна выдалась теплой и дождливой, могло отражать настроение автора и его личное понимание того, что такое «тепло и дождливо». И тут в соответствии с учебным планом курса, опираясь на средства ИКТ, направили школьников по пути более объективной оценки данных о погоде в XVII веке. Такую оценку дает наука дендрохронология, возникшая на стыке ботаники и климатологии.

В виртуальной биологической лаборатории имеется рабочее место «дендрохронолога» (см. Рис. 7). Используя виртуальные средства, школьники могут тщательно исследовать срезы годовичных колец реальных деревьев, включая и тех, которым более 300 лет, и которые были найдены в Массачусетсе, недалеко от Салема.

Примерно в это время в журнале «Наука» (Science) была опубликована статья ученых-дендрохронологов. Они занимались расшифровкой информации, заключенной в годовичных кольцах дерева, которому было более 300 лет от роду, и которое было обнаружено



**Рис. 7**                      **Виртуальное рабочее место дендрохронолога**  
*(Объяснение в тексте)*



на севере штат Массачусетс. Данные этой работы были доступны для анализа. Чтобы понять, как ученые узнают возраст растения, школьникам пришлось познакомиться с радиоуглеродным методом датирования биологических объектов и провести с помощью этого метода виртуальное лабораторное тестирование возраста дерева. И, наконец, используя оригинальные фотографии срезов трехсот-летнего растения, школьники смогли по характеру прироста древесины (точнее, ксилемных трубок) судить о климате 1690-х годов. Чем теплее и влажнее был климат, тем обильнее был прирост древесины, и тем шире и светлее выглядели годовичные кольца на микрофотографиях.

Кстати, заодно школьники учились пользоваться микроскопом. Хоть он был и виртуальным, но имел те же настройки и так же управлялся, как и реальный, лабораторный микроскоп. А заодно они могли познакомиться и с историей изобретения микроскопа. Вот так развивался этот интегрированный модуль по истории для школьников 7-х классов пилотных школ, которые тестировали продукт. В итоге получилась «деятельностная» история. Интеграция привела к тому, что биология возникла в историческом контексте, и математика стала мотивированная, и теперь понятно, зачем нужна физика. Ведь заодно с проснувшимся интересом к событиям истории XVII века школьники лучше понимали важность анализа годовичного прироста флоэмы и ксилемы датирования объектов радиоизотопным методом.



Как было указано в предыдущем разделе, инновационность учебного курса следует оценивать не потому, какие средства ИКТ в нем использованы, а насколько значительны его предполагаемые педагогические последствия. Это вовсе не умаляет значение ИКТ, а скорее предлагает критерии для их отбора. Ниже мы приведем примеры ряда цифровых образовательных средств и учебно-методических приемов, которые могут способствовать получению существенных педагогических результатов.

Штрихи к портрету инновационного УМК

Одна их перспективных областей приложения ИКТ — замена иерархических линейных многолетних курсов на знаниево-деятельностные гиперструктуры, которые станут особенно важными в связи с ростом объема цифровых ресурсов и ростом потребности в них со стороны профильного обучения.

Гипертемы и гиперструктуры

### Вертикальность и интеграция



**Рис. 8.** Возможный путь интеграции материалов по зоологии (7 класс) с материалами по физиологии (8 класс) пищеварения и эволюционной теории (9–10 класс) с материалами по биохимии и строению клетки (11 класс).

Рассмотрим «типичный» курс «Биологии 5—11», построенный, как это принято в российской образовательной системе, по вертикальному принципу. Поскольку, по мнению авторов учебных программ, детям в 5-м классе еще рано разбираться в премудростях молекулярной





биологии, пятиклассники заучивают детали строения растений. Называется это занятие «Ботаникой», и одним из типичных упражнений в нем является запоминание особенностей морфологии листа (зубчатый край, пильчатый край, и т.д.) или цветка (число чашелистиков, тычинок и пестиков). Такое механическое заучивание обычно сопровождается разглядыванием соответствующих картинок на странице учебника или на экране компьютера. То же справедливо для следующих за ботаникой курсов зоологии, анатомии и т.д.

Начала молекулярной биологии, общие идеи и принципы функционирования живых систем, законы наследственности и изменчивости появляются в школьном курсе только в 11-м классе, незадолго до окончания школы. А к этому времени, как говорится, «поезд уже ушел». Вряд ли сможет старшеклассник, ретроспективно приложить знания основ молекулярной биологии к анализу морфологических характеристик растений (5-й класс) или принципам адаптации животных к среде обитания (6-й класс). По сути, это означает, что выпускнику традиционной школы так и не удалось активно применить современные молекулярно-биологические и генетические концепции к анализу растительного или животного мира, т.е. фактологический и теоретический материалы оказались оторванными друг от друга.



**Рис. 9.** Интеграция разделов ботаники, зоологии, физиологии человека, строения клетки и экологии вокруг молекулярных моделей, описывающих механизмы транспорта веществ через полупроницаемые мембраны.



Для интеграции тем, которые изучались в школе отдельно в течение многих лет, предлагается использовать возможности цифровых гипертекстовых учебных материалов, сведя их в серию «гипертем», наличие которых позволит учащемуся увидеть множество содержательно связанных между собой разделов как целое, даст возможность сопоставлять материалы разных лет, выявлять и анализировать внутренние связи между разделами. Например, в школьном курсе «Биология» различные материалы, так или иначе связанные с темой «Пищеварение», проходят в 6-м, 7-м, 8-м, 9-м, 10-м и 11-м классах. Вначале в разделе «Зоология» школьники знакомятся с особенностями морфологии пищеварительной системы у разных представителей животного царства и с примерами ее адаптации. Затем, в курсе «Анатомия и физиология человека», приходит черед изучению пищеварительной системы человека и методам ее нервной и гормональной регуляции. Потом дело доходит до клетки, и, наконец, перед окончанием школы приходит пора молекулярному объяснению химической структуры пищи и принципам работы пищеварительных ферментов. Рассмотрим, как могла бы эта тема уложиться в модель Гипертемы. Макет такой гипертемы приведен на *Рис. 9*. Ключевым в ее формировании служит тот факт, что в основе функционирования системы пищеварения лежат общие молекулярные механизмы: общие принципы нервной и гормональной регуляции и общие механизмы адаптации.

Как видно из приведенной схемы (*Рис. 9*), гиперссылки связывают молекулярный центр гипертемы (биохимия пищеварения, 11-й класс) с подтемами, включая строение и функции пищеварительной системы человека (8-й класс) и эволюцию этой системы у разных групп животных (6—7 классы). Наличие гиперссылок и взаимосвязанных разделов позволяет осуществить вертикальную интеграцию разделов курса (например, от молекулярного механизма до его реализации у определенной группы организмов) и горизонтальную (например, внутри царства организмов) интеграцию разделов биологии и других предметов. Аналогичные *гипертемы* можно создать по всем системам жизнедеятельности организма (нервной, выделительной или газообмена), предложив вначале представления об общем молекулярном фундаменте, затем представив морфологическое и функциональное многообразие систем, эволюционирующих на общем молекулярном фундаменте.

### **Интеграция вокруг центральной темы**

Рассмотрим этот тип гиперструктурной интеграции также на примере биологии. Современную биологию называют молекулярной, так как биологические феномены разного уровня сложности либо уже нашли, либо находят объяснение на уровне атомно-молекулярных взаимодействий. Поэтому так важно использовать возможности гиперсвязанных структур для формирования класса *гипертем*, объединенных вокруг одной и той же молекулярной концепции. В таких гипертемах, например, по биологии материалы по ботанике, зоологии,



физиологии и т.д, независимо от того, в каком разделе курса они детально изучаются, опирались бы на соответствующий общий молекулярный фундамент. Это помогло бы учащемуся осознать удивительный редуционизм живых систем, способных развивать биологические адаптации одних и тех же молекулярных процессов, приспособлявая их для разнообразных функций живых организмов. Пример такого рода *гипертемы* приведен на *Рис. 9*. Развитие такой гипертемы до интегрированного курса означало бы создание системы молекулярных моделей (центральный узел), а затем показать его модификации, поддерживающие специфические биологические феномены, которые могут принадлежать к различным разделам ботаники, зоологии, физиологии и т.д.

#### *Географические информационные системы*

Существует ряд средств ИКТ, использование которых было бы полезно практически во всех школьных дисциплинах. Так же как текстовый редактор стимулирует школьников переписывать и совершенствовать тексты по языку, математике или химии, так же и методология построения географических информационных систем (ГИС) могла бы оказаться в равной мере полезными в преподавании географии, биологии, обществоведения, истории или математики. Средства ГИС дают в распоряжение школьника инструмент, позволяющий «накладывать» события на пространственные и статистические характеристики, стимулируя выявление тенденций, анализ и синтез.

Простая истина о том, что все совершаемое в мире происходит в пространственных и временных координатах, и что школьник должен учить не «все подряд на всякий случай», а стараться разобраться в соотношении событий и явлений, нигде так не воплощается в жизнь, как при применении ГИС. Имеется обширный зарубежный опыт использования ГИС в образовании. Использование ГИС позволяет учащемуся самому строить гипотезы, анализировать и выявлять причинно-следственные связи. Вот два примера: школьники Нью-Йорка, используя данные ГИС, «накладывают» на карту города и окрестностей координаты городских резервуаров питьевой воды и городских мусорных свалок, могут оценить возможное влияние свалок на состояние питьевой воды. Кроме того, базы данных ГИС позволяют им оценить как демографию этих районов города, так и частоту заболеваемости и среднюю продолжительность жизни людей в данных районах. Все это позволяет учителям увлечь школьников в серьезные экологические и эпидемиологические исследования.

В другом случае ГИС позволяет учащимся самостоятельно изучить возможное влияние озоновых «дыр» и уровня ультрафиолетового излучения на состояние сельскохозяйственных культур или оценивать соотношение плотности зеленых насаждений и плотности населения, так как все эти данные внесены в современные ГИС. Трудно представить себе изучение таких тем, как «Проблема лесов», «Проблемы городов и поселком», «Экологические проблемы России» или «Возможные пути решения экологических проблем»



без анализа данных ГИС. Кроме того, используя ИКТ, учащиеся могли бы оперировать данными из космоса, включающими данные о состоянии стратосферного озона (озоновые дыры), или данные об уровне атмосферного  $\text{CO}_2$ , накладывая спутниковые снимки на географические карты с координатной сеткой. Подобные проекты можно было бы проводить в рамках различных естественнонаучных предметов (физика, география, биология, экология) и гуманитарных (история, экономика, обществоведение). Во всех случаях использование географической информации и баз данных способствовало бы развитию деятельностного подхода и формированию межпредметных связей.

Кроме того, использование ГИС позволяет учащимся анализировать исторические события в свете разнообразных географических и статистических данных; формулировать гипотезы о причинно-следственных отношениях, что могло бы способствовать внедрению исследовательского подхода в изучение истории и других гуманитарных дисциплин. Межпредметные связи. Информационные модели ГИС позволяют интегрировать физическую географию с различными разделами политической географии, позволяя, например, сравнивать социально-политические и экономические характеристики страны или региона с его природными ресурсами или анализировать, как центральные и местные власти принимают важные народно-хозяйственные решения, основываясь на географической информации. Возможности для интеграции здесь практически безграничны. Они включают, например, анализ и сравнение географической информации и экологических данных, анализ локальной географической и экологической ситуации вплоть до включения данных ГИС, относящихся к местности, непосредственно прилегающей к данной школе. Это направление может включать и проекты, получившие название «Ground Truth», сочетающие космические данные с наблюдениями, проведенными в том же месте на Земле.

#### Высокоинтерактивные динамические модели

Интерактивность динамической модели состоит в том, что учащийся может по своему усмотрению изменять различные параметры системы, решая с помощью компьютера задачи типа: «А что будет, если я изменю вот этот параметр?..», вовлекаясь, по сути, в исследовательскую деятельность, которую обеспечивают вычислительные мощности современных компьютеров. Вместо пассивного разглядывания анимаций, работая с динамическими моделями, учащиеся получают возможность проводить эксперименты на экране компьютера. Интерактивность может быть минимальной, типа: «А что произойдет, если я изменю, например, температуру системы?». Более глубокий вопрос, который можно задать системе: «Как адаптировать модель к реальной ситуации?». Наиболее интересным результатом можно, по-видимому, считать желание пользователя самому построить модель какого-либо процесса или явления. Построение модели требует, чтобы учащийся определил параметры системы, ее составляющие и границы, выбрал пределы изменения переменных,



и решил, какие переменные не следует включать в модель как менее существенные, и т.д.

Помимо прямого экспериментирования с моделями, компьютерные технологии позволяют сочетать на экране компьютера два окна. В одном можно представить динамику явления или процесса на макроуровне, а в другом окне показать тот же процесс на уровне молекулярной модели. Взаимодействие этих двух окон может позволить учащемуся наблюдать за процессом и одновременно изучать его молекулярный механизм. В одном из экспериментов <[www.molo.concord.org](http://www.molo.concord.org)> учащиеся в «макро» окне наблюдают таяние льда, испарение и кипение воды, а в «микро» окне оценивать изменение молекулярной картины. В результате таких наблюдений школьники 8-х классов (самостоятельно!) пришли к выводу о том, что, разница между газом и жидкостью состоит в том, что у газов среднее расстояние между молекулами непрерывно меняется, а в жидкостях остается сравнительно постоянным. У учащихся в результате работы с динамическими молекулярными моделями развилась достаточно высокая степень химического мышления (научной рефлексии), позволившая им заключить, что по этому критерию существенного различия между жидкостями и твердыми телами они обнаружить не могут. Такого рода синхронные представления существенно повышают понимание школьниками механизмов химических процессов и явлений.

#### Компьютерные лаборатории

Сегодня во всем мире все больше школ используют в составе обучающих комплексов различные датчики физических, химических и биологических величин. Вводя в компьютер собранные с помощью датчиков данные о собственном перемещении или о температуре кожи, влажности воздуха, кислотности или содержании кислорода в воде, которую они пьют, освещенности, магнитном поле, или уровне радиации в классе, в котором они учатся, учащиеся объединяют в одну гибкую исследовательскую среду мир реальный и мир виртуальный.

Второе направление использования датчиков в школе связано с экологическим мониторингом. Современные датчики, высокочувствительные и доступные по цене, в сочетании с накопителями данных/data-logger позволяют собирать данные в поле, водоеме или в почве в течение минут, часов, дней и даже недель и накапливать эти данные в цифровой форме в специальном буфере для последующего анализа. Экологический мониторинг обладает мощным мотивационным воздействием, особенно для тех учащихся, которые традиционно не увлекаются естественнонаучными предметами. Особенно эффективно применение экологического мониторинга в рамках совместных телекоммуникационных проектов, например, таких как Глобальная Лаборатория [32]. В этом случае сбор физических, химических и биологических данных сочетается с эффективными обсуждениями и дискуссиями, направленными на сравнение и анализ однотипных данных, полученных, например, разными



школами расположенными, по течению одной и той же реки. При этом учащиеся на практике учатся оценивать эффект разных переменных, значение контрольных образцов, и приобретают многие другие навыки, характерные для аутентичного научного исследования.

Наряду с датчиками, в учебный процесс все больше интегрируются цифровые микроскопы и телескопы, соединенные с компьютерами. Такая комбинация позволяют учащимся, заглянув в глубины микромира или макромира, сфотографировать наблюдаемые объекты, сохранить изображения в памяти компьютера, обмениваться ими, создавать общие базы данных, а подчас совершать открытия. Перспективным также представляется получение школами через сеть Интернета реальных данных с приборов, установленных в академических НИИ и отраслевых институтах. Достойные подражанию примеры известны. Например, в одной из лабораторий Калифорнийского университета (США) внутрь дорогостоящего ЯМР-спектрометра было установлено куриное яйцо, и школьники с помощью сети Интернет могли наблюдать за деталями развития эмбриона. Существуют попытки принести в классы изображения Земли со спутников и космических станций. В некоторых случаях школьники могут даже управлять видеокамерой, установленной на борту космического аппарата. С помощью полученных таким образом изображений Земли можно было бы провести уроки географии, посвященные исследованию космоса или проблеме изменения глобального климата.

Скептик, прочтя вышесказанное, может заключить, что все это — благие намерения, которые ведут известно куда, а школа будет продолжать воспроизводить себя и по-прежнему заниматься отработкой у учащихся репродуктивных навыков. Нет у школы ресурсов, чтобы учить ребенка мыслить как физик, как биолог, как историк. Да и когда еще деревенская школа получит такой доступ к сети Интернет, чтобы дать каждому школьнику возможность стать частью Инфосферы. Этот скептицизм оправдан. Школе нужны линии связи, мобильные компьютеры, современные информационные инструменты и коллекции образовательных ресурсов коллекции учебных ресурсов, инструменты поддержки учебной деятельности, мощные обучающие и тестирующие программы. Все это нужно и все это не так уж и невозможно. Скорее всего, это произойдет гораздо быстрее, чем считают не только скептики, но даже отъявленные оптимисты. Немного об этом сказано в заключительном разделе.

Американским эквивалентом российского скептического «когда рак свистнет» служит выражение «when pig fly/когда свинья взлетит». Воспользовавшись тем, что «fly» хорошо рифмуется с «Wi-Fi», Николас Кристоф назвал свою статью в августовском (2005) номере «Нью-Йорк Таймс» «When pig Wi-Fi». Это остроумное название отражает суть статьи, действие которой происходит в «медвежьем углу» штата Орегон, где на сотни миль нет ни одного светофора, и где, как пишет автор, высоким технологиями местные жители предпочитали

Вместо заключения, или «Свистнет ли рак?»



родео, а среди наиболее популярных развлечений — нечто вроде бега в мешках. Эта глухомань неожиданно стала центром Интернет-инноваций. Местные власти создали там 600-мильную зону беспроводного Интернета на Wi-Fi-технологиях. Любой житель округа — школьник, полицейский, пожарник или булочник — получил бесплатно доступ к высокоскоростной сети. В своей статье автор описывает изменения, которые принес в эти края неограниченный доступ к информационным ресурсам. Там же обсуждается популярная в США точка зрения, согласно которой беспроводной Интернет должен стать такой же неотъемлемой частью национальной инфраструктуры, как государственные и штатские шоссе и дороги. Вся динамика развития Интернета указывает на то, что высокоскоростной доступ к сети вскоре будет доступен каждому человеку в любом месте мира.

Мобильные компьютеры являются вторым необходимым элементом технической части уравнения. Сейчас вырастает новое поколение, которое с детства используют электронную почту и мультимедийные игры. Недавнее обследование показало, что примерно половина подростков в США либо сделали себе Web-страницу, либо поместили онлайн фотографию, картину или видео, или использовали онлайн-содержание в своих школьных работах. Вырастает Интернет-поколение. Цена компьютеров приближается к цене годового комплекта учебников. Появляются школы и целые округа, где вместо учебников закупаются портативные компьютеры. При этом, давая учащимся портативный компьютер, мы одновременно даем им текстовый редактор, радиоприемник, цифровой телевизор, доступ к хранилищам информационных ресурсов, например, галереям и библиотекам всего мира. Кроме того, мы даем им устройство, которое может помочь учиться печатать, упражняться в математике или в иностранном языке. Это еще и видеомаягнитофон, автоответчик, телевизор, календарь, адресная книга и многое другое. С помощью компьютера ученик может создавать мультимедийные презентации или издавать свои сочинения в виде буклетов с красочными обложками и т.д. И это устройство становится с каждым годом все лучше, компактнее и дешевле.

Кстати, уже сегодня некоторые мобильные телефоны обладают огромной памятью, имеют встроенные фото- и видеокамеры, могут проигрывать и записывать музыку и речь, могут создавать локальную сеть. Трудно предвидеть, как будут выглядеть эти устройства через 5—10 лет, может быть, они будут сворачиваться в трубочку и помещаться в верхнем кармане пиджака. Это не утопия, так как сейчас появляются органические обои, которые могут выполнять функции дисплеев. Недавно на одном из широкомасштабных опросов школьников спросили, что бы они хотели от новых технологий. Многие ответили, что хотели бы иметь карманный компьютер, в котором есть все учебники, доступ к Интернету, и с помощью которого можно делать все уроки.

На наших глазах исчезают два, казалось, еще совсем недавно непреодолимых барьера: выход учащихся в Интернет и доступность



персонального компьютера. Остановка за правой — педагогической частью уравнения. Вопрос в том, что может педагогика предложить сегодня учащимся, в ситуации, когда технологии созрели и «ждут», чтобы их использовали.

Одним из ответов на этот «вызов» технологий как раз и служит проект «Информатизация системы образования», который в настоящее время осуществляется НФПК. Он должен способствовать изменению парадигмы российского образования в сторону деятельностного исследовательского процесса постижения знаний. Концепция, заложенная в основу проекта, позволяет надеяться, что через несколько лет и городской, и сельский учитель смогут использовать на своих уроках инновационные учебно-методические комплексы и цифровые ресурсы из создающейся национальной коллекции. Представьте учителя в сельской школе, затерявшейся в сибирской тайге, использующего на уроке литературы оригинальные источники, сочетающие текст, аудио и видеоматериалы, предлагая при этом каждому ученику цифровые инструменты для их обработки и анализа. Или учителя химии, получившего доступ к сложным моделирующим средам или виртуальным молекулярным лабораториям, или учителя астрономии, который может вместе со своими учениками «прогуляться» по поверхности Луны.

Проект «Информатизация системы образования», который в настоящее время осуществляется НФПК, по-видимому, один из наиболее масштабных по охвату проектов в современном школьном образовании. Хочется пожелать удачи всем, кто в нем участвует.

1. *Patrick, Suppes (1980)*. In Robert T. Taylor (ed.). *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*, New York, NY: Teachers College Press, P. 213—260.
2. *Katie, Hafner (1986)*. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins Of The Internet*. Touchstone Books, Simon & Shuster, Publisher.
3. *Hunter B. (1993)*. NSF's Networked Testbeds Inform Innovation in Science Education. T.H.E. (Technology Horizons in education) Journal, 2 (3).
4. *Julyan C., and Martha Wiske S. (1988)*. *Learning Along Electronic Paths: Journeys with the NGS Kids Network*, 1994. TERC, Cambridge, MA.
5. *Berenfeld, Boris (1999)*. *The Internet in Our Classrooms: Teaching Tomorrow's Skills for Tomorrow's World*. In: Human Development Network. Secondary Education Series «Science and Environment Education» (P. 215—235). Washington, DC: The World Bank.
6. *Беликов В.И., Семенов. А.Л.* СССР—Болгария: сотрудничество в области образования // Информатика и образование, 1988. № 3. С. 123—124.
7. *Семенов, А.* The School Project of the Soviet Academy of Sciences. Education for Global Citizenship in the 21st Century. Proceedings of a Soviet/American Conference on Education, Mankato, USA, 1989. P. 153—178.
8. *Feurzeig, W. and Richards, J. (1988)* «Intelligent Tools for Algebra», *Technology and Learning*, 2(3), May/June.
9. *Papert, S. (1980)* *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. Brighton, England: Harvester.
10. *Семенов А.Л.* Редактор. Сборник: Сеймур Паперт и образовательные технологии в российской перспективе. М.: МИПКРО-ПРЕСС, 2001. — 104 с.

## Литература

---





11. *Schwartz, J., Yerushalmy, M. and Beth Wilson, editors (1993)*. The Geometric Supposer. What is it a Case of? Lawrence Erlbaum Ass. Publisher.
12. *Tinker, R.F., editor (1996)*. Microcomputer-based Labs: Educational Research and Standards. Berlin: Springer-Verlag.
13. *Tinker, R.F. & Papert, S. (1989)*. Tools for Science Education, in Ellis, J. (editor) Information Technology & Science Education. Columbus, OH, AETS.
14. *Molnar, Andrew R. (1990)*. Computers in Education: A Historical Perspective of the Unfinished Task, T.H.E. Journal, 18(4), November. P. 80—83.
- 14a. *Molnar, Andrew R. (1991)*. Information Technology in Education: Now and in the Future/2d International meeting of Informatics for Public Administration and Armed Forces, Genova, Italy. Presentation to NSB, Washington.
15. *Tim Berners-Lee. (2000)*. Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web. Harper Collins Publishers, Inc.
16. *Berenfeld, Boris (1966)*. Linking Students to the Infosphere. T.H.E. (Technology Horizon in Education) Journal 23 (9), 76—84.
17. *Vernadsky, V.I. (1929)*. La Biosphère. Alcan, Paris (The Biosphere, an Abridged Version Based on the French Edition; Synergetic Press, 1986).
18. *Nielsen/NetRatings (2005)*. The educational Reference. New York: Yahoo and PR Newswire, biz.yahoo.com.
19. *Винер Н. (1983)*. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 2-е издание. М.: Наука.
20. *Ершов А.П., Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В., Семенов А.Л., Шень А.Х. (1987)*. Информатика 9—10: Учебно-методические материалы. Ч. 1, 2/ Академия наук СССР. Временный коллектив «Школа-1». — М., 316 с.
21. *Материалист (псевдоним) (1953)*. Кому служит кибернетика. // Вопросы философии. № 5. С. 210—219.
22. *Выготский Л.С. (1984)*. Орудие и знак в развитии ребенка. Собр. соч. Т. 6. М.: Наука.
23. *Эльконин Д.Б. (1996)*. Избранные труды. М.: Педагогика.
24. *Давыдов В. В. (1976)*. Виды обобщения в обучении. М.: Педагогика.
25. *Уваров А.Ю. (1996)*. Учебные телекоммуникационные проекты в классе Библиотечка методиста региональной образовательной компьютерной сети. Вып. 3. Изд. БГПУ. Барнаул.
26. *Berenfeld, Boris (1993)*. Linking East-West Schools Via Telecomputing // T.H.E. Journal, 20, (6), 18—24.
27. *Бацын В.К., Бутягина К.Л., Вахрушев А.А. (2005)*. Становление рынка учебной литературы в Российской Федерации: Роль Инновационного проекта развития образования. Аналитический доклад. М.: Логос.
28. *Бутягина К.Л. (2001)*. Проблемы создания и обеспечения качества учебной литературы нового поколения. В кн: Инновационный проект развития образования: Учебное книгоиздание. М.: ООО «Мир книги».
29. *Фруммин И.Д., редактор*. Состояние информатизации общего образования/аналитический обзор. М.: ООО «Алана», 2003.
30. *Христочевский С.А., Дубовик С.М. (2004)*. Опыт проведения 9-го тура конкурса НФПК «Создание учебной литературы нового поколения на электронных носителях для общеобразовательной школы». Уроки на будущее. М.: НФПК.
31. *Corcoran, Elizabeth (1993)*. Why Kids Love Commuter Nets, Fortune, Vol. 128. No. 6. P.103—112.
32. *Berenfeld, Boris (1994)*. Technology and the New Model of Science Education. Machine-Mediated Learning, 1 (4 & 5). P. 121—138.