

Е.И. Булин-Соколова

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ШКОЛЫ

Рассматриваются основные виды современных инструментов информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Описываются задачи, которые можно решить при их использовании в средней школе. Средства ИКТ позволяют реализовывать современные образовательные приоритеты и обеспечивают широкий контекст для развития учащегося. Отдельные элементы излагаемого подхода реализуются массово в большинстве школ Москвы и рекомендованы Министерством образования и науки для всех регионов РФ, другие — присутствуют лишь в отдельных экспериментах. Некоторые средства появились совсем недавно и сейчас идет их лабораторная адаптация к образовательной среде. Недоучет важности всего спектра цифрового учебного оборудования (а также цифровых образовательных ресурсов) является одной из стандартных ошибок многих программ информатизации.

В контексте ИКТ образовательные **цели** могут быть расклассифицированы на:

- Общеучебные, общеинтеллектуальные, метакогнитивные, реализуемые с использованием современных ИКТ, в целом образующие ИКТ-компетентность.
- ИКТ-квалификацию — умение использовать ИКТ для решения задач, являющееся комплексом отдельных технологических квалификаций.
- Предметные, учитывающие доступность средств ИКТ, как инструментов предметной деятельности, предметных информационных источников и т.д.

Наша модель информатизации школы строится на следующих предпосылках:

- Учащийся осваивает все основные общепользовательские информационные технологии и базовые технологии, отвечающие областям знания, представленным в школе.
- Технологии осваиваются большей частью в процессе их использования в образовательном процессе (предметном, или интегративном).
- Применение технологий делает реальной трансформацию образовательных приоритетов, необходимую по принципиальным, внешним для школы, причинам, при этом важнейшие приоритеты формулируются без явной ссылки на ИКТ, но достигаются существенно эффективнее, чем это было бы без ИКТ.

Аннотация

Основные
положения
информатизации
школьного
образования

В достижение указанных выше целей оказываются вовлеченными различные виды цифровых инструментов. Мы рассмотрим эти инструменты с точки зрения **видов информационной деятельности**, соотнося их с **образовательный процесс по разным предметам**. В дальнейшем тексте мы последовательно рассматриваем: сбор и организацию информации, создание новой информации, моделирование, проектирование и управление. В завершение мы рассматриваем инструменты организации учебной деятельности, и говорим о намечающихся тенденциях.

Сбор, первичная обработка и организация изображения и звука

Современные средства информационных технологий за последние десятилетия сделали возможным, реальным и удобным сбор различных видов информации об окружающем мире. Формирование навыков использования средств сбора и цифрового ввода информации осуществимо уже для детей дошкольного возраста и становится важным элементом начального обучения, начиная с первого класса.

Сбор цифровых образов окружающего мира ребенок ведет с помощью **цифровой камеры** с первых дней обучения в школе и еще до школы. Постепенно он приобретает *ИКТ-квалификацию* получения качественных снимков параллельно с *ИКТ-компетентностью*, выражающейся в точном выборе объекта для съемки, отборе снимков в соответствии с заданной целью, выборе имен для снимков и папок, куда снимки складываются. Учащийся получает *предметную компетентность* в области **русского языка** выражающуюся в правильном написании имен папок, умении построить свой рассказ по фотографии, создать презентацию на базе этих фотографий. Цифровая камера — ключевой инструмент в изучении **естествознания**, начиная с курса **окружающего мира** в начальной школе, интегрированного курса естествознания в 5—6 классах (Природоведение и т.п.), экологии. Она, как и цифровая видеокамера (см. ниже) позволяет фиксировать объекты природы вокруг ребенка, тем самым принципиально повышая мотивацию, позволяя в рамках урока осваивать элементы научного знания, базируясь на важных и интересных для ребенка вопросах и его личном опыте.

Большинство цифровых камер сегодня совмещают возможности фиксации видео и неподвижных изображений, но **цифровые видеокамеры** все еще обычно содержат устройства хранения информации с подвижным носителем, а «просто» камеры — нет. (Устройства с подвижным носителем сегодня все еще позволяют хранить больше информации, чем без него.) **Цифровая видеокамера** немедленно мотивирует учащегося к созданию собственного фильма. Это требует технических инструментов нелинейного монтажа, спецэффектов и озвучивания, технологической квалификации в их применении. На их базе формируется и используется ИКТ-компетентность в понимании механизмов восприятия зрителем видео-информации, планировании сюжета и выборе выразительных средств, исходя из информационной и творческой задачи. Самостоятельное

создание ребенком видеофильма и демонстрация этого фильма другим (и самого по себе и в комбинированном медиа — например, в экранной презентации) является мощным средством развития его коммуникативных способностей (в традиционной терминологии — развития речи). При этом развивается и «алфавитная» речь и более богатая коммуникация, включающая, наряду с устной и письменной речью, движение человеческого тела, образы на экране, звуковые образы.

Существенна роль цифровой камеры в школьном **естественно-научном исследовании**. Видеофиксация процессов, в том числе — быстро и медленно идущих, оказывается существенным элементом процесса **моделирования**, о котором пойдет речь дальше в соответствующем разделе.

Диктофонная запись воспоминаний бабушки помогает выработке технологической квалификации такой записи (набор кнопок **диктофона**, расположение микрофона, пробная запись с проверкой качества). ИКТ-компетентность состоит в выделении главных мыслей в воспоминаниях, поиске связанных с ними информационных объектов в Интернете. С ней граничит квалификация в области **русского языка и литературы**, выражающаяся в умении услышать и расшифровать запись, ее литературно отредактировать, создать аннотацию. Эта деятельность оказывается проектно-увязанной со **сканированием** фотографий семейных архивов, направленными поисками исторической информации и соответствует распространенному в различных странах мира подходу к изучению **истории**, начиная с истории семьи и места, где ты живешь. Здесь также имеется технологический компонент — выбор параметров сканирования и цифровая обработка снимка, имеется компетентностный компонент подбора фотографий и поиски в Интернете объектов, связанных с фотографией.

Цифровой микроскоп — это школьный микроскоп, снабженный устройством преобразования изображения в цифровой сигнал для ввода в компьютер. При этом в компьютере могут фиксироваться и изменения в изображении, например, движение микроорганизмов, возникающие снимки и видеофрагменты могут монтироваться в презентации и т.д. Система достигаемых здесь целей аналогична другим устройствам цифрового ввода, но с акцентом на **биологическое** предметное содержание (хотя есть интересные применения в технологии, физике и т.д.).

Сканер является необходимым цифровым инструментом учебной деятельности. Он позволяет учащемуся и учителю свободно использовать существующие нецифровые (бумажные) информационные источники, в том числе, например, изобразительные работы самих учащихся, найденные ими тексты и т.д. Ручной сканер является одним из элементов мобильного коммуникационного устройства — элемента вездесущей информационной среды. Он может осуществлять ввод как небольших фрагментов текста, так штрих-кодов и т.д.

Математика в современной школе представлена, прежде всего, в своем числовом аспекте (а не в аспекте анализа логических языков, топологических пространств и т.д.). Но соответствие математических объектов реальному миру быстро заканчивается на пересчете небольших количеств. Мощным каналом связи математики и реального мира, столь необходимым с точки зрения повышения мотивации, перебрасывания мостика к высшему образованию и профессиональной деятельности являются цифровые (десятичные) измерения физических величин. Особенно важным этот канал оказывается, когда речь идет об изменяющейся величине, то есть о функции (времени). **Цифровой измеритель** может быть присоединен к компьютеру, который будет отображать на экране график изменения измеряемой величины. Этот график может быть совмещен с графиками других величин (включая скорость изменения данной), с теоретическим предсказанием данного графика в некоторой математической модели, графиками, возникающими при других значениях параметров и начальных условий и т.д.

Наиболее распространенными и эффективными в школьном образовании видами датчиков являются датчики:

- Расстояния, который очень эффективно решает не только вопрос оцифровки положения в некоторой системе координат, но и вносит во многих случаях принципиальный вклад в решение общей проблемы формирования умения «читать графики», то есть соотносить наше представление об изменениях с их представлением на графиках. В случае датчика расстояния это происходит благодаря многократному и мгновенному сопоставлению движения собственного тела и хода кривой на экране компьютера.

- Угла поворота, который часто используется в моделях механических устройств.

- Силы, давления — для исследований процессов в механике.

- Температуры — в физике, химии, биологии, географии.

- Освещенности, используемый не только по прямому назначению, например, в биологических исследованиях, но и как датчик перемещения, отклонения и т.д. (например, в автоматическом устройстве, которое должно следовать черной линии, нанесенной на белую поверхность, при подсчете деталей или капель, измерении концентрации и т.д.).

- Влажности — используется в природоведении и биологии.

- Концентрации различных ионов в растворах (рН, тяжелые металлы), озона, окиси углерода в воздухе и т.д.

Этот подход позволяет достичь принципиально новых результатов в изучении **физики** и других областей **естествознания**, повышая мотивацию и существенно сокращая время на рутинную обработку данных. В технологической квалификации формируются умения реализовывать заданную схему эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента с помощью соответствующих цифровых инструментов (например, сглаживания, полиномиальной аппроксимации). В области ИКТ-компетентности формируется важный

комплекс умений и способностей, относящихся к естественнонаучной парадигме: наблюдение, выдвижение гипотезы, планирование эксперимента по ее проверке, подтверждение и опровержение, обсуждение и т.д. (Во всех этих видах деятельности в школе сегодня существенную роль играют инструменты ИКТ.) Практически проводимые измерения дают материал для новых для российской школы областей анализа **данных, математической статистики**, существенно обогащая контекст в котором достигаются цели математического образования.

В общеобразовательных стандартах Великобритании использование цифровых измерителей предполагается уже на уровне начальной школы именно как важный элемент в достижении ключевых компетентностей, наряду с конкретным знанием.

Системы глобального позиционирования (GPS) реализуют специальную форму пространственного цифрового измерения. Они выдают абсолютные координаты датчика на поверхности Земли (на основе координат относительно системы спутников Земли). GPS распространяются очень быстро — сегодня их можно увидеть в такси большинства европейских стран и в руках российских школьников-туристов. С естественной задержкой они уже приходят и в школьный курс **географии**. Они, наряду с геоинформационными системами, дадут возможность формировать деятельностный, мотивационный, индивидуализированный вариант курса географии. Среди российских учителей уже формируется сообщество фанатиков GPS-ГИС.

Интерес для детей может представлять и **проведение опроса общественного мнения** по какому-то вопросу — от детского (предпочитаемы вид мороженого), до вполне серьезного (**экологическая** проблематики, режим работы школы). Опрос может производиться на базе различных комбинаций цифровых и бумажных технологий, использующих **наладонные компьютеры, сканеры** и т.д. Результаты опроса также могут иметь различное — табличное, графическое представление. Такая практическая работа может быть важным элементом изучения **математической статистики**.

В заключение этого раздела заметим, что многие из функций устройств сбора и ввода данных могут интегрироваться в одном устройстве. Примером может служить современный **сотовый телефон**, который априори может служить цифровым магнитофоном, но, кроме того, в который все чаще встраивается цифровая камера, GPS. Впрочем, пока еще GPS чаще присоединяется внешним образом, как и другие числовые датчики, однако процесс интеграции идет очень быстро. К этой теме мы будем возвращаться и дальше.

Цифровой проектор служит мощным средством непосредственной, личной коммуникации в рамках практически **любого школьного предмета**. Уже дошкольники могут успешно применять его, смонтировав созданную ими последовательность фотографий или видеотрывков в презентацию и потом рассказывая слушателям в классе

Представление и передача информации

о том, что все они видят на экране. Конечно, проектор нужен и учителю, он существенно повышает комфортность выступления для него и усиливает наглядность, эмоциональный компонент для учащихся. Среди формируемых в ходе подготовки и проведения выступления элементов ИКТ-компетентности мы находим умения:

- использовать разные формы представления информации и комбинировать их,
- учитывать реакцию аудитории,
- пользоваться краткими письменными тезисами в подробном рассказе,
- композиционно грамотно строить свое выступление и т.д.

Техническая квалификация включает умение пользоваться соответствующими редакторами (правильно располагать текст и выбирать шрифт на экране), устройствами (держат микрофон на нужном расстоянии и в нужной ориентации, не выдергивать из сети вилку проектора, в котором шумит вентилятор, самому нажимать кнопку слайда, а не просить об этом помощника) и т.д. Интересный технологический аспект коммуникации возникает благодаря грамотного использования двух экранов — один расположен справа от докладчика — для аудитории, другой (небольшой, компьютерный) — перед докладчиком, на фоне видимой ему аудитории.

Цифровой проектор может служить эффективным инструментом не только лекции, но и **дискуссии**, ход которой может тезисно фиксироваться одним из учащихся на экране. Эта фиксация может идти параллельно с полной видео-аудио записью. После обработки она может стать ценным материалом для дальнейшей работы.

Так называемые **интерактивные белые доски** позволяют выступающему включать в экранную презентацию записи от руки, пометки и т.д. прямо в ходе выступления, выделять обводкой на экране отдельные объекты, выбирать различные пути в своем выступлении (из числа запланированных заранее), сохранять ход выступления, с добавленными во время выступления элементами, на сервере школы и т.д.

ИКТ может повысить эффективность взаимодействия преподавателя с аудиторией во время лекции. Преподаватель задает аудитории вопрос, требующий короткого ответа (например, выбора из двух или нескольких возможностей), а учащиеся, используя тот или иной способ цифровой коммуникации, дают ответ. Результаты опроса по команде, отдаваемой преподавателем (с презентационного пульта) появляются на экране. Традиционно это делалось поднятием руки, но ИКТ дают дополнительные возможности (множество выборов, ответ словом, автоматический подсчет результата, запоминание индивидуальных ответов и скорости реакции, невлияние ответа одних участников на других и т.д.). Эти возможности могут быть реализованы, например, с помощью персонального коммуникатора, **наладонного** (карманного) **компьютера** (дорогое, но универсальное решение), или дешевого специализированного устройства, которое можно было бы назвать «**коммуникатором ученика**».

Разумеется, после окончания лекции можно поставить пятерки студентам, которые правильнее и быстрее всех отвечали на вопросы по ходу лекции.

Среду особо интенсивной и многообразной коммуникации должен обеспечивать кабинет **иностранного языка**. В силу специфики предмета он стал первым классом традиционной школы, сделавшим — в начале 50-х годов XX века, шаг в направлении ИКТ. Появились т.н. «лингфонные кабинеты». Нынешние цифровые ИКТ позволяют решать более широкий круг задач, в частности, осуществляющих «погружение» учащегося в чужой язык. Каждый из учащихся может быть погружен в свою виртуальную реальность, получить свое задание, однако, в отличие от компьютерных игр это задание требует языковой компетентности (в изучаемом языке). Следующим шагом может стать **шлем (и перчатки) виртуальной реальности** у каждого учащегося, с регулируемым уровнем прозрачности для зрительных и слуховых образов реального мира.

Все большую роль здесь начинают играть инструменты **распознавания устной речи**. Их использование обеспечивает обратную связь и снижает нагрузки учителя.

Важность использования **принтеров и копировальных устройств** совместно с компьютером сомнений не вызывает. Однако в школе оно имеет свою специфику. Один из аспектов такой специфики состоит в том, что многие российские школы не могут себе позволить бесконтрольную распечатку, в силу стоимости расходимых материалов (бумаги и краски). Другой аспект состоит в том, что школе нужны не только самые распространенные, но и несколько менее стандартные принтеры. Например, в школе, более чем в офисе, нужны принтеры, печатающие на **рулонной бумаге** — чтобы можно было сделать «перетяжку», поздравляющую одного из детей или учителя с днем рождения. **Цвет** также оказывается «не роскошью», а средством обучения и самовыражения. Наконец, школа также нуждается в **переплетной технике**, наиболее популярной формой которой является «гребешковый» переплет.

Традиционно **математические модели** в школе представлены в виде систем уравнений, которые используются в курсах **математики** (текстовые задачи), **физики** и, в некоторой степени, **химии, биологии, экологии**, профильных курсах **экономики**.

В современной школе моделирование, как элемент информационной деятельности учащегося, и соответствующие средства ИКТ, представлены широким спектром решений. Основой многих из этих решений является экранная **визуализация** математических объектов (в частности — математических моделей). И здесь имеются аналоги в «докомпьютерной» школе: графики функций, чертежи в геометрии и физике и т. д. В виртуальных лабораториях (микромирах) имеется возможность строить и модифицировать модель в виртуальном графическом мире, автоматически получать ее математическое внутреннее представление и отображение результатов моделирования на экране.

Моделирование

Современный уровень ИКТ позволяет при необходимости осуществлять автоматическую визуализацию математических зависимостей (вместо ручного построения графика) или собранных экспериментальных данных (как было отмечено выше для цифровых измерительных приборов).

В ходе моделирования выстраивается непрерывная цепочка – от реального процесса к формальной модели, между этими полюсами оказываются включенными:

- видеозапись,
- видеозапись с нанесенной на нее разметкой, совмещающей реальность с чертежом (например, тела скатывающегося по наклонной плоскости с указанием центра масс и действующих сил),
- мультипликация, построенная с использованием этой разметки,
- модель в виртуальной лаборатории,
- графики процессов, построенные компьютером исходя из размеченной видеозаписи,
- графики, определяемые виртуальной моделью и гипотетической математической формулой.

При этом на одном компьютерном экране может присутствовать видеозапись, размеченная самим учащимся и графики координат и скоростей реальных объектов, эти графики могут совмещаться с соответствующими графиками, относящимися к виртуальному миру и математическим формулам.

Одним из популярных инструментов обработки числовой информации и построения математических моделей являются динамические таблицы, в которых совмещается формульный и векторный математические аппараты, возможности графической визуализации.

Микромиры, широко используемые в сегодняшней школе:

- Механика,
- Геометрия,
- Алгебра,
- Теория вероятностей,
- Программное управление дискретными процессами (программирование),
- Системная динамика,
- Электростатика и электродинамики,
- Цепи постоянного тока,
- Атомно-молекулярное взаимодействие,
- Генетика и наследственность,
- Биологические сообщества.

Микромир, относящийся к **механике** позволяет «создавать» в нем объекты, используя базовые примитивы графического редактора, наделять их массой, свойствами твердых, упругих или вязких тел, нитей и пружин, «включать» или «выключать» силу тяжести, трение и т.д. и, нажав кнопку, «запускать» их взаимодействие, моделирующее процессы реального мира, или мира, где некоторые законы изменены.

Микромир **геометрии**, или т.н. «динамическая геометрия», позволяет строить объекты школьной планиметрии — точки, прямые, отрезки, окружности, использовать имена, измерять длины, площади, углы и т.д. Однако самой замечательной чертой этого микромира, благодаря которому он и называется «динамической» геометрией, является возможность «ухватив» точку, входящую в геометрическую конфигурацию, эту точку переместить. При этом некоторые элементы конфигурации остаются неподвижными, а другие, непосредственно связанные с данной точкой (например, проходящие через нее отрезки и окружности) трансформируются, при этом сохраняются все свойства объектов (окружность остается окружностью и т.д.) и отношений между ними (касательная переходит в касательную и т.д.). Фактически в ходе описанного процесса учащийся ставит тысячи экспериментов и может видеть в наглядной и числовой форме результаты этих экспериментов. Это дает принципиально новые возможности для экспериментального, исследовательского подхода в изучении математики.

Алгебраический микромир — система инструментов, обеспечивающая алгебраические преобразования и визуализацию математических зависимостей в виде графиков, их трехмерных, и даже — четырехмерных (со временным измерением) обобщений.

Микромир программного управления, позволяет решать, в частности, задачу обучения основным конструкциям построения алгоритмов (**структурного программирования**). Элементарные операции программы могут быть выбраны визуальными (например, перемещение робота в экранном лабиринте). Тогда и весь ход выполнения программы виден на экране.

Возможность использования **цифровых математических инструментов** приводит к принципиально новым постановкам задач школьного образования. Сегодня персональный компьютер может для любого уравнения из школьного задачника по алгебре выписать последовательность преобразований — шагов его решения, завершающуюся ответом. Причем эта последовательность будет оценена положительной отметкой каждым учителем математики. Это не значит, что надо завтра прекратить изучение алгебры, но значит, что нам надо сегодня начать пересмотр содержания математического образования, принять решение на тему о том, когда и какие инструменты будут предоставляться в распоряжение учащихся.

Значимость экспериментального подхода к изучению математики выходит за пределы предмета математика. Этот подход позволяет формировать общую модель деятельности, в которой эксперимент играет решающую роль в процессе поиска истины.

Аналогично обстоит дело с другими микромирами, где можно собирать молекулы, формировать биологические сообщества и т.д.

«Микро-микромиры», сегодня создаваемые в основном, как Java-апплеты, например, в среде Flash, представляют собой, как правило, одну модель, отдельную «экспериментальную установку» с графическим/цифровым интерфейсом изменения параметров и настройки и графической визуализацией результатов моделирования.

Формируемые при моделировании элементы ИКТ-компетентности относятся к общей парадигме моделирования, включающей самые разные методы, связи и соответствия между ними.

Проектирование

Проектирование – универсальный вид человеческой деятельности, важность которого сегодня растет. ИКТ существенно расширяет эту тему за счет использования **систем автоматизированного проектирования (САПР)**. Сегодня место для проектирования выделяется в курсе технологии (прежде всего в **черчении**). В различных образовательных сообществах используются учебные среды проектирования:

- Зданий;
- Комнатной обстановки;
- Одежды;
- Электрических и электронных схем;
- Деталей машин.

Можно проектировать не только объекты, но и процессы. Выше уже шла речь о проектировании процесса выполнения программы (другими словами — программировании). Важным направлением является проектирование учащимися их собственной и групповой деятельности, например, в средах типа Project manager.

Вездесущая информационная среда образования

Подводя итоги и очерчивая не столь уж отдаленную перспективу, можно охарактеризовать образовательную среду современной школы, как такую, где учащийся и учитель в любой момент образовательного процесса, в любом помещении школы и вне ее имеет в своем распоряжении инструменты, обеспечивающие доступ ко всем образовательным информационным источникам, и инструменты, позволяющие фиксировать в цифровой форме все существенные для него наблюдаемые объекты и процессы, ход и результаты своей учебной деятельности. При этом имеющиеся в распоряжении учащегося инструменты автоматически «настраиваются» на время и место, «воспринимая» окружающую среду (регистрация географических координат, температуры воздуха и т.д.), блокируя звонок сотового телефона, и предоставляя в распоряжение учащегося необходимое учебное содержание (слайды, сопровождающие лекцию и т.д.). Это означает, что в данной среде естественно будет формироваться ИКТ-компетентность и достигаться новые образовательные результаты, если мы сумеем адекватным образом формировать содержание образования и образовательные технологии.