

## Информационная модель школы

Матрос Д. Ш., д.п.н.,  
ЧГПУ, г. Челябинск

**Аннотация.** В данной работе дается определение новой информационной технологии, отталкиваясь не от использования компьютера, а от педагогической сущности. Затем, опираясь на это определение, строится информационная модель школы.

Сначала предлагается педагогико-математическая модель процесса обучения с разработанными методами решения актуальных задач дидактики.

Затем приводится машинная реализация разработанных методов, которые позволяют по-новому увидеть роль персонального компьютера в процессе обучения и управления школой.

**Ключевые слова:** информационные технологии обучения, педагогико-математическая модель процесса обучения.

**Дисциплины:** педагогика, информатика

### Понятие новых информационных технологий обучения

Так как обучение является передачей информации ученику, то следуя определению В.Н. Глушкова (информационные технологии - процессы, связанные с переработкой информации) можно сделать вывод о том, что в обучении информационные технологии использовались всегда.

Более того, любые методики или педагогические технологии описывают, как переработать и передать информацию, чтобы она была наилучшим образом усвоена учащимися. То есть, любая педагогическая технология - это информационная технология ..

Когда же компьютеры стали настолько широко использоваться в образовании, что появилась необходимость говорить об информационных технологиях обучения, выяснилось, что они давно фактически реализуются в процессах обучения, и тогда появился термин "новая информационная технология обучения".

Таким образом, появление такого понятия - новая информационная технология (НИТ) - связана с появлением и широким внедрением компьютеров в образовании. Рассмотрим, в качестве примера, наиболее полный и последовательный подход к НИТ (правда автор, чтобы не путать "старые" технологии с "новыми", использует термин информационные технологии), которого придерживаются практически во всех изданиях, данный в [1].

Информационные технологии включают программированное обучение, интеллектуальное обучение, экспертные системы, гипертекст и мультимедиа, микромиры, имитационное обучение, демонстрации. Эти частные методики должны применяться в зависимости от учебных целей и учебных ситуаций, когда в одних случаях необходимо глубже понять потребности учащегося, в других - важен анализ знаний в предметной области, в третьих основную роль может играть учет психологических принципов обучения.

Рассматривая имеющиеся на сегодняшний день информационные технологии, Н.В.Апатова выделяет в качестве их важнейших характеристик:

- 1) типы компьютерных обучающих систем (обучающие машины, обучение и тренировка, программированное обучение, интеллектуальное репетиторство, руководства и пользователи);
- 2) используемые обучающие средства (ЛОГО, обучение через открытия, микромиры, гипертекст, мультимедиа);
- 3) инструментальные системы (программирование, текстовые процессоры, базы данных, инструменты представления, авторские системы, инструменты группового обучения).

Как мы видим, и главное в НИТ - это компьютер с соответствующим техническим и программным обеспечением. [1,2] в этих монографиях приведена подробная библиография), что подтверждает и определение: информационная технология обучения - процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществлением которого является компьютер.

Такой подход отражает первоначальное понимание педагогической технологии, как применение технических средств в обучении.

В 70-е годы воздействие системного подхода постепенно привело к общей установке педагогической технологии: решать дидактические проблемы в русле управления процессом обучения с точно заданными целями, достижение которых должно поддаваться четкому описанию и определению.

Педагогическая технология - это "не просто использование технических средств обучения или компьютеров, это выявление принципов и разработка приемов оптимизации образовательного процесса путем анализа факторов, повышающих образовательную эффективность, путем конструирования и применения приемов и материалов, а также посредством оценки применяемых методов" [8].

Суть этого подхода заключена в идее полной управляемости работы школы, прежде всего ее основного звена - процесса обучения.

Таким образом, во главе становится процесс обучения со своими особенностями, а компьютер - это мощный инструмент, позволяющий решать новые, ранее не решенные дидактические задачи.

Как мы уже отмечали, в образовании "педагогическая технология" и "информационная технология" - это в определенном смысле синонимы. Можно ли считать использование компьютера достаточным основанием для названия этой технологии новой? По нашему мнению нет.

Дело в том, что абсолютное большинство таких технологий опирается (если вообще на что-то опирается) на известные (хорошие или не очень) педагогические идеи. Более того они вообще не удовлетворяют основным требованиям понятия "технологии".

Используя современные обучающие средства и инструментальные среды создаются прекрасно оформленные программные продукты, не вносящие ничего нового в развитие теории обучения. Поэтому можно говорить только об автоматизации . тех или иных сторон процесса обучения, о переносе информации с бумажных носителей в компьютер и т.д.

Говорить же о новой информационной технологии обучения можно только в том случае, если:

- 1) она удовлетворяет основным принципам педагогической технологии (предварительное проектирование, воспроизводимость, целеобразования, целостность);
- 2) она решает задачи, которые ранее в дидактике не были теоретически и/или практически решены;
- 3) средством подготовки и передачи информации обучаемому является компьютер.

В связи с этим сформулируем основные принципы системного внедрения компьютеров в учебный процесс.

1. *Принцип новых задач.* Суть его состоит в том, чтобы не перекладывать на компьютер традиционно сложившиеся методы и приемы, а перестраивать их в соответствии с новыми возможностями, которые дают компьютеры. На практике это означает, что при анализе процесса обучения выявляются потери, происходящие от недостатков его организации (недостаточный анализ содержания образования, слабое значение реальных учебных возможностей учащихся и т.п.). В соответствии с результатом анализа намечается список задач, которые в силу различных объективных причин (большой объем, громадные затраты времени и т.п.) сейчас не решаются или решаются неполно, но которые вполне решаются с помощью компьютера.

Эти задачи должны быть направлены на полноту, своевременность и хотя бы приближенную оптимальность принимаемых решений.

2. *Принцип системного подхода.* Это означает, что внедрение компьютеров должно основываться на системном анализе процесса обучения. То есть должны быть определены цели и критерии функционирования процесса обучения, проведена структуризация, вскрывающая весь комплекс вопросов, которые необходимо решить для того, чтобы проектируемая система наилучшим образом соответствовала установленным целям и критериям.

3. *Принцип первого руководителя.* Суть его состоит в том, что заказ на компьютеры, программное обеспечение и их внедрение в процесс обучения должны производиться под непосредственным руководством первого руководителя соответствующего уровня (начальника управления образования, директора образовательного учреждения). Практика убедительно свидетельствует, что всякая попытка передоверить дело внедрения второстепенным лицам неизбежно приводит к тому, что оно ориентируется на рутинные задачи и не дает ожидаемого эффекта.

4. *Принципы максимальной разумной типизации проектных решений.* Это означает, что разрабатывая программное обеспечение исполнитель должен стремиться к тому, чтобы предлагаемые ими решения подходили бы возможно более широкому кругу заказчиков, не только с точки зрения используемых типов компьютеров, но различных типов школ: гимназии, колледжи, лицеи и т.п.

5. *Принципы непрерывного развития системы.* По мере развития педагогики, частных методик, компьютеров, появления различных типов школ возникают новые задачи, совершенствуются и видоизменяются старые. При этом созданная информационная база должна, подвергаться определенной переконпоновке, но не кардинальной перестройке.

6. *Принципы автоматизации документоборота.* Основной поток документов, связанный с процессом обучения, идет через компьютер, а необходимые сведения о нем выдаются компьютером по запросам. В этом случае педагогический коллектив сосредотачивает свои усилия на постановке целей и внесении творческого элемента в поиск путей их достижения.

7. *Принципы единой информационной базы.* Смысл его состоит прежде всего в том, что на машинных носителях накапливается и постоянно обновляется информация, необходимая для решения не какой-то одной или нескольких задач, а всех задач процесса обучения. При этом в основных файлах исключается неоправданное дублирование информации, которое неизбежно возникает, если первичные информационные файлы создаются для каждой задачи отдельно. Такой подход сильно облегчает задачу дальнейшего совершенствования и развития системы.

## **Педагогико - математическая модель**

Обучение является целенаправленной деятельностью и характеризуется стремлением к оптимальным решениям. Ряд работ посвящен различным сторонам оптимизации процесса обучения. Существенным шагом вперед явилась монография Ю.К.Бабанского [4], в которой дан всесторонний анализ процесса обучения и предложена его оптимизация одновременно по двум критериям: критерий эффективности и качества процесса и критерий расходов времени педагогов и учащихся в процессе обучения. Для реализации объективной возможности нахождения оптимальных решений в ходе процесса обучения требуется, в частности, иметь и разработанные методы их поиска. Поэтому мы обратимся к математическому программированию - области математики, разрабатывающей теорию и численные методы решения экстремальных задач с ограничениями. Нами показано [5], что общая задача оптимизации процесса обучения эквивалента некоторой задаче математического программирования на максимум. Однако выбор в качестве критерия гипотетической функции общественной полезности обучения и исключительно сложный характер взаимосвязей в системе ограничений делает принципиальную возможность решения этой задачи практически нереальной.

Но теоретический анализ полученной задачи позволил сделать ряд крайне важных для практики выводов. Один из них (важнейший для нас в связи с темой этой статьи) связан с особым значением дефицитного ресурса - ресурса, малейшие изменения количества которого приводят к изменению в ту или иную сторону эффективности процесса обучения.

Теорема взаимности Аганбегяна-Багриновского утверждает, что в качестве критерия оптимальности может быть выбрана функция затрат дефицитного ресурса, причем решение задачи оптимизации будет то же, что и при нашей целевой функции.

Понятно, что в разные периоды развития школы различные ресурсы были дефицитными. Но один ресурс является устойчиво дефицитным - это время обучения [6]. Практическая рекомендация отсюда следующая: задачу оптимизации учебного процесса можно рассматривать с целевой функцией затрат времени, которую необходимо минимизировать.

Как и для любого вида деятельности, для обучения отведено специальное время, за которое должны быть достигнуты поставленные цели. Это время мы будем называть нормативным временем.

Введем понятие фактического времени - это время, необходимое для достижения поставленных целей. Разность фактического и нормативного времени - время перегрузки, то есть то количество времени, которое учащийся тратит сверх нормативного для достижения

целей. Анализ, проведенный в [6] показал, что полученная выше оптимизационная задача эквивалентна задаче минимизации времени перегрузки.

Таким образом, рассмотрение общей задачи оптимизации процесса обучения и ее педагогико-математический анализ показали возможность выбора в качестве основной - задачу максимально возможного приближения фактического учебного времени к нормативному. Однако задачи такого типа весьма далеки от практического решения (на что указывалось выше).

Это послужило одной из причин того, что в настоящее время резко увеличился объем исследований в сфере имитационного моделирования. Последнее позволяет тратить ресурсы компьютера на более тщательное воспроизведение исследуемого процесса, делать более адекватными модели, которые берутся за основу при выработке рекомендаций относительно рационального управления процессом. Результаты имитационного моделирования гораздо легче объяснить лицам, принимающим решение (если они и не имеют специальной математической подготовки), особенно если эти лица сами участвуют в проведении таких экспериментов. Главная особенность имитационного исследования состоит в том, что в нем проводятся эксперименты, но только не с объектом, а с его математической моделью.

Нами была построена имитационная модель процесса обучения на основе сетевых стохастических графов с возвратами. Она реализована на персональном компьютере [6] и послужила основой для вычисления фактического учебного времени для разных предметов практически во всех классах (в [6] приведены эти очень интересные, по нашему мнению, результаты).

В практике работы школ этот результат реализован в виде имитационной игры учителя с компьютером. Наша игровая система отличается от ее прототипа (процесса обучения) тремя главными качествами:

- 1) реальные учащиеся заменяются машиной, в которой программно заложена имитационная модель процесса обучения (игровой аспект);
- 2) реальная информация о процессе обучения заменяется псевдореальной информацией, полученной с помощью имитации этого процесса (имитационный аспект);
- 3) снижается масштаб времени (экспериментальный аспект).

Основными факторами, влияющими на учебное время (фактическое и нормативное) являются [6]: содержание образования и микроусловия школы.

Содержание образования влияет через свои объективные характеристики: сложность и объем. Микроусловия школы объединяют в себе следующие показатели: трудность содержания образования для конкретных учеников, условия обучения в конкретной школе, совокупность форм и методов деятельности, которыми владеют конкретный учитель и ученики.

Следовательно, для решения выделенной выше оптимизационной задачи информационная модель процесса обучения должна включать следующие базы данных:

- Содержание образования;
- Реальные учебные возможности учащихся;
- Педагогический коллектив школы;
- Материальные условия школы.

## Электронная модель

Содержание образования, изучаемое в школе (это может быть учебник, курс лекций, рукопись и т.п.; для простоты в дальнейшем мы будем говорить - учебник) заложено в компьютер в виде структурных формул (рис.1), которые строятся следующим образом.

В тексте учебника были выделены структурные единицы. Например, понятия, задачи, вопросы, гипотезы, примеры, законы, теоремы, и т.п. Каждая структурная единица обозначается некоторой геометрической фигурой. Внутри структурной единицы указывается ее название. Например, понятие шара, следствие, задача (29). Эти названия хорошо видны на рис.1

Каждая структурная единица получает свой номер, состоящий из трех чисел, разделенных точками. Первое число - номер главы, где вводится данная структурная единица, второе - номер параграфа, третье - порядковый номер структурной единицы внутри параграфа (для простоты будем предполагать, что любой учебник состоит из глав, а главы - из параграфов). Номер структурной единицы указывается в верхнем левом углу ее геометрической фигуры. Например, на рис.1 дан третий параграф (цифра 3 под пунктирной чертой) главы 19 под названием "Шар" из учебника А.В.Погорелова "Геометрия". Структурная единица "Понятие шара" имеет порядковый номер 1, а полный номер 19.3.1.

Затем устанавливаются связи между структурными единицами. Если связь имеет место в пределах одного параграфа, то она указывается линией, состоящей из горизонтальных и вертикальных отрезков, от ранее вводимой структурной единицы к более поздней. Например, при изложении задачи (29) (структурная единица 7) необходимо использовать понятие диаметра и теорему из этого параграфа (структурные единицы 4 и 6 соответственно). Поэтому рис.1 в структурную единицу 7 "входят" линии из структурных единиц 4 и 6.

Если связь имеет место между структурными единицами из различных параграфов, то она указывается в виде ссылок. Слева от структурных единиц, которые используются при изложении этой структурной единицы, а справа - перечисляются номера всех структурных единиц, при изложении которых используется эта структурная единица. Например, при доказательстве теоремы (структурная единица 4 на рис.1) используются структурные единицы 7.2.1., 13.5.1., 16.3.1., а эта теорема используется при изложении структурной единицы 19.4.3.

Таким образом, необходимая информация для решения основной оптимизационной задачи нами получена. Однако описанная электронная модель содержания образования позволяет получить много другой информации. Рассмотрим некоторую.

Пользователь получает полную информацию об структурной единице: ее полное название, содержание, доказательство (если оно есть) и рисунок (рис.2). Следовательно, на экране появляются все базисные предложения учебника, что вместе с логическими связями превращает электронную модель в обучающую систему. Строится "родословная" структурной единицы - методическая цепочка, показывающая реализованную в учебнике методическую линию, которая привела к структурной единице. Эта информация крайне актуальна при работе методического объединения учителей и организации повторения (кроме этого имеется специальный режим "Повторение" для учеников).

При использовании режима "Тестирование" происходит проверка знаний учащихся по тому параграфу, в котором находится структурная единица. После сообщения пользователем

своей фамилии системе на экране последовательно появляются тестовые задания на каждую структурную единицу параграфа и каждую логическую связь, порожденную этим параграфом (как формируются тесты будет описано далее). После окончания тестирования информация запоминается и по запросу преподавателя сообщается результат по каждому ученику.

Этот режим превращает электронную модель в контролируемую систему.

Электронная модель дает возможность пользователю создать тест для контроля по любому параграфу учебника, который затем и используется в режиме "Тестирование". Отметим принципиальные отличия нашей программы создания тестов от имеющихся:

- создание теста происходит в режиме диалога пользователя с компьютером;
- компьютер последовательно "прогоняет" пользователя по структурной формуле выбранного параграфа, помогая создавать тестовые задания на каждую структурную единицу и каждую логическую связь; этим гарантируется валидность, системность и систематичность полученного теста;
- часть тестовых заданий создаются компьютером автоматически без вмешательства пользователя, а только по его указанию;
- часть тестовых заданий создаются автоматизированно, совместно пользователем и компьютером;
- полученный тест может использоваться в любом из следующих режимов:
  - 1) контроль знаний при просмотре учебника, как было описано выше;
  - 2) автономный контроль знаний с помощью компьютера;
  - 3) выдача готового теста на печать для проведения контроля;
  - 4) в соответствии с теорией тестирования создаются четыре формы тестовых заданий: закрытого, открытого, на соответствие и на знание последовательности.

С целью экономии места мы ограничились только двумя фотографиями экрана (рис.1 и 2).

В работе [7] дано подробное описание работы системы. Очевидно, что электронная модель открыта для дальнейшего развития (что и происходит), так как любая обучающая программа все равно опирается на соответствующее содержание образования. Реальные учебные возможности учащегося - единство внутренних и внешних условий, опосредуемых личностью и определяющих потенциал конкретной личности в области учебной деятельности.

Исследования позволили выделить их основные компоненты: умение выделять главное; отношение к учению; умение рационально организовывать работу; особенности нервной системы и т.д. В качестве метода определения этих компонентов был предложен педагогический консилиум [4], показавший за многие годы применения, высокую эффективность.

Нам удалось автоматизировать этот метод, собирая по каждому ученику два вида характеристик: объективную (на базе системы психологического тестирования) и субъективную (на базе мнений учителей).

Таким образом, ученик системно характеризуется двумя десятками параметров по каждому классу. Перечень параметров во всех классах (с V по XI) одинаков, но набор тестов, естественно, меняется от класса к классу.

Такой подход дает возможность четко увидеть динамику изменения личности в процессе обучения, разработать адекватную систему психолого-педагогических мер по преодолению имеющихся недостатков. Учитель или психолог всегда имеет возможность увидеть подобную характеристику ученика в любом классе.

Более того, система позволяет найти "подобного" тому ученику, который нас интересует (из любой школы района, города, области) и выяснить, как вели себя в подобной ситуации другие, то есть система работает как экспертная.

Оптимизация распределения учебного времени, реализованная в виде имитационной игры, выглядит следующим образом.

Текст учебника представлен в виде описанной выше электронной модели, а класс, где предстоит работать учителю, в виде описанных выше реальных учебных возможностей каждого учащегося. Учитель на основании этих результатов проводит перераспределение учебного времени между темами своего предмета. Эти данные вводятся в компьютер и он сообщает прогноз ожидаемой перегрузки учащихся. Игра продолжается до тех пор, пока полученные результаты не будут полностью удовлетворять учителя или компьютер покажет, что в имеющихся условиях добиться лучшего невозможно.

Следовательно, в процессе имитационных игр по каждому предмету мы получаем оптимальный поурочный план, где прогнозируемая перегрузка минимальна.

Чтобы увидеть, как распределяется перегрузка по неделям учебного года, компьютер производит наложение всех предметных календарных планов класса друг на друга (результат выглядит как на рис.3)

Затем, по запросу пользователя, компьютер производит перераспределение времени между предметами внутри каждой недели с целью минимизации общей перегрузки ученика (рис4).

Легко видеть, что перегрузку удалось снизить, хотя она и осталась достаточно высокой. Система сообщает, что улучшить ситуацию невозможно в связи с объективными характеристиками содержания образования и учеников.

Переход в режим "Расписание" на рис.4 позволяет получить оптимальный учебный план данного класса по четвертям (на рис. 5 приведен такой план на первую четверть). В нашем примере участвовало только четыре предмета (физика, химия, геометрия, русский язык). По остальным предметам количество часов в неделю берется из типового учебного плана.

## **Заключение**

Описанная система полностью реализована на IBM PC и прошла многолетнюю апробацию в школах. На ее основе создаются различные обучающие программы по различным разделам. В данный момент система модифицируется на основе технологии искусственного интеллекта, которая достаточно хорошо вписывается в педагогические исследования и практику работы школ. Во всяком случае уже имеющиеся результаты обнадеживают. Достаточно очевидно, что база данных по педагогическому коллективу школы и ее материальным условиям. Описанная система полностью реализована на IBM PC и прошла многолетнюю апробацию в школах. На ее основе создаются различные обучающие программы по различным разделам. В данный момент система модифицируется на основе технологии искусственного интеллекта, которая достаточно хорошо вписывается в педагогические исследования и практику работы школ. Во всяком случае уже имеющиеся



результаты обнадеживают. Достаточно очевидно, что база данных по педагогическому коллективу школы и ее материальным условиям "неявно" присутствуют в процессе описанных имитационных игр.

---

## Литература

1. Апатова Н.В. Информационные технологии в школьном образовании., М., 1994.
2. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. М.: Школа-Пресс, 1994.
3. Глушков В.М. Введение в АСУ, Киев, Техника, 1972.
4. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. Общедидактический аспект. М: Педагогикаб 1977.-254с.
5. Матрос Д.Ш. Проблемы взаимосвязи оптимизации обучения и задачи математического программирования // Методологические и теоретические проблемы оптимизации учебно-воспитательного процесса. - М., 1984. - с59 - 68.
6. Матрос Д.Ш. Как оптимизировать распределение учебного времени. - М., 1991. - 88с.
7. Матрос Д.Ш. Анализ содержания образования и оптимизация распределения учебного времени (педагогическое программное средство. - Алма-Ата, 1994. - 72с.)
8. International yearbook of educational and instructional tehcnology, 1978/1979. 1., 1978.