

## Глава 4. Нелинейность учебного процесса

Главный вопрос главы таков – человек не машина, его мыслительные процессы нелинейны, развитие интеллекта нельзя определить простым алгоритмом, тогда почему же учебный процесс предполагается движущимся вдоль определенной педагогом учебной программы?

Ниже я постараюсь изложить еще одну базовую идею построения учебного процесса. Ее суть в отказе от образовательной программы, как описания последовательности действий. И хочу поставить на этом акцент - в полном и безаговорочном отказе. Для меня индивидуальный подход к обучению заключается не только в том, что каждый ученик отличен от других, но и в понимании того, что и он в каждый отдельный момент – немного другой человек. Образовательный процесс, говоря математическим языком, - это рекуррентный процесс, в котором ход дальнейших действий определяется достигнутым результатом, что означает, невозможность его реализации в виде последовательной схемы. В реальности педагог должен руководствоваться стратегической учебной задачей, а также набором инструментов, которые он применяет в зависимости от сложившейся ситуации. Цель – пройти от начального состояния ученика до требуемого. Каким образом это будет осуществляться, версия пути, зависит от личных особенностей учащегося и действий педагога.

### В чем собственно проблема

Традиционный учебный процесс всегда строго линеен. Предполагается, что область знания разбивается на темы, и для каждой темы можно указать две вещи. Во-первых, для каких последующих тем она базовая, а какие являются базовыми для нее. Простой пример из области математического анализа - где понятие интеграла вводится только после достаточно глубокого изучения понятий производной и дифференциала. То есть дифференциальное исчисление становится пропедевтикой для исчисления интегрального.

Простой пример из области геометрии – геометрия в трехмерном пространстве начинает изучаться только после уверенного овладения геометрией на плоскости. Это очень сильные примеры, поэтому попробуем показать именно на них, что такое положение вещей не бесспорно.

Почему дифференциальное исчисление предшествует интегральному. По очень простой причине. Интеграл понимается как сумма бесконечно малых. Поэтому предшествование вполне логично. Но из этого не следует необходимость глубокого изучения дифференциального исчисления для понимания базовых идей интегрального. С некоторого момента, эти две концепции вполне можно развивать параллельно по мере прикладной необходимости.

Что же касается геометрического примера, то и здесь можно заметить важные вещи. Теоремы и утверждения стереометрии напрямую не следуют из утверждений планиметрии. В стереометрии требуется пространственное мышление и пространственная интуиция. Планиметрия предшествует стереометрии по чисто психологическим мотивам. Предполагается, что геометрия на плоскости проще для понимания, а плоские фигуры и соотношения между ними проще для восприятия. И опять же исторически, геометрия на плоскости появилась ранее геометрии в пространстве. Надо заметить, что исторические мотивы в обосновании причинной взаимосвязи между областями знания проявляются достаточно часто.

Что же касается проблем восприятия и методов пространственного мышления, то это все же вопрос методики, а не объективной необходимости. Заметим, что объемные объекты в сфере нашего внимания присутствуют даже сильнее, нежели плоские. Мы

живем в трехмерном, а не плоском мире, а это означает, что трехмерный мир имеет собственное независимое от плоскости значение. Например, в двумерном мире нет проблемы правильных многогранников, нет проблемы объема. А тот факт, что мы вынуждены объемные фигуры все же изображать на плоскости, это вопрос нашего пространственного мышления и технологической ограниченности методов визуализации. Представим себе на минутку наличие общедоступной техники голографической визуализации, и станет ясно, что это вопрос даже не методологический, а технологический. Впрочем, и на бумаге он решается достаточно неплохо методами начертательной геометрии.

Из сказанного ясно, что даже для очень крупных смысловых единиц, таких как области знания, их линейная последовательность, скорее дань традиции и исторической устроенности. Дело не в идеальности имеющегося состояния, просто так сложилось. Поэтому, мы эту ситуацию воспринимаем как объективную данность, каковой она не является. И уж тем более это так в отношении более мелких единиц знания.

Но вопрос заключается еще и в том, что разбиение всей массы знания на крупные области весьма условно. Реально, вся система знаний достаточно запутанна, есть много пересечений, как их именуют в дидактике – межпредметных связей, есть понятие интегральных предметов, в которых логические связи представлены иначе, нежели это принято в классическом представлении областей знания.

А еще есть личностный фактор в образовании системы знания. В этой книге уже раскрывалась концепция личного знания и индивидуальной картины мира. Ее важнейшая особенность – это динамичность представления, в отличие от статики учебника официальной науки. Можно сказать, что официальная, общепринятая наука (из учебника, не реально развивающаяся), это то, что состоялось, а личная картина мира – это то, что находится в становлении. Непрерывное становление личной картины мира означает непрерывную перенастройку логических связей между смыслами, откуда прямо следует невозможность линейного представления знаний. Нет большого смысла говорить о том, что данная тема или данная смысловая единица чему-то предшествует, и сама она является логическим следствием других смысловых единиц.

## **Нелинейная система**

По сути, нам известно только два типа структуры системы знания. Наиболее простая – линейная, в которой единицы знания следуют друг за другом, выстраиваясь по тому или иному критерию. Возможно, сообразуясь с причинно-следственной связью, или располагаясь по степени сложности или в соответствии со здравым смыслом или в соответствии с историческим моментом появлением знания.

Вторая часто используемая структура получается усложнением линейной структуры до дерева. Для того, чтобы понять значимость дерева знаний достаточно посидеть в любой библиотеке и покопаться в ее каталоге, имеющем вид дерева. Реальная же система единиц знания представима в виде графа, в котором каждое знание связано с огромным количеством других единиц знания, связями разного типа, разной значимости и различной степени определенности. Знания объединяются в области, которые вкладываются друг в друга, пересекаются, топология этой системы настолько сложна, что описывать ее не имеет никакого смысла. Поэтому мы вынуждены обрезать огромное количество связей и выстраивать знания в структуре дерева или даже линейной (в образовательной программе), для того, чтобы иметь обозримую систему.

Но на самом деле, если человек владеет хотя бы методом ассоциаций (а ассоциации использует любой мыслящий человек), это уже разрушает линейное знание, создавая в мышлении значительно более сложные структуры, описать которые в точных, и предельно строгих формулировках учебника невозможно. Добавление в мыслительный

процесс реально работающих методов мышления усложняет схему знания до ее полной необозримости. И это только половина проблемы. Вторая половина состоит в том, что личная формируемая человеком система знаний не представляет собой жесткую консервативную систему, она постоянно перестраивается. Отсюда напрашивается, с полной очевидностью и педагогическая цель – мы не передаем знания, мы организуем процесс их генерации и встраивания в личную систему, самим учеником.

## **Суть нелинейности учебного процесса.**

Отказ от образовательной программы, как линейной последовательности учебных единиц не означает переход к хаосу и полному произволу в подборе материала. Учебный процесс обязан оставаться системным, так как любой процесс – это набор вполне определенных действий, но надо уточнить, что мы теперь будем называть системой и действиям в соответствии с ней. Кстати в педагогике уже достаточно давно есть хороший термин – «Индивидуальная траектория образования». Это весьма общий термин, но он в какой-то степени обозначает ту же идею, что развивается и здесь.

Стержень методики учебного процесса должен определяться из учебной задачи. Выше учебная задача была определена, как формирование умения генерировать знания и встраивать их в свою личную систему.

Если проще – учебная задача заключается в развитии мышления. Отчасти мышления вообще, но в большей степени мышления характерного для заданной профессиональной деятельности. Из этого следует, что подходя к задаче обучения специалиста необходимо определить тип мышления доминирующий в данной профессии и области знания. Конечно, речь идет не о том, чтобы дать название и сказать, что программисту необходимо алгоритмическое мышление, математику математическое и т.д. Такого рода определения – не более чем тавтология. Необходимо дать содержательное описание того, в чем суть данного типа мышления, чем оно отличается от мышления вообще и где профессиональное мышление стоит на общемыслительных навыках. В этом пункте, мы еще раз затрагиваем вопрос общего развития, который уже обсуждался в 7 главе первого раздела.

В качестве примера приведу построение наиболее близкого мне, как педагогу, алгоритмического типа мышления. И на этом примере попытаюсь показать, что значит дать полезное для учебного процесса определение мышления.

Для начала попробуем понять, что делает программист. Ответ - он пишет программу, непродуктивен. Зайдем в проблему немного глубже. Программа, - это алгоритм, записанный на языке программирования, следовательно, прежде чем появится программа, должен появиться алгоритм. А алгоритм определяется как точная однозначно понимаемая последовательность команд исполнителю, приводящая при одинаковых исходных данных к одному и тому же результату.

Отсюда делаем вывод, что алгоритмическое мышление носит императивный характер, то есть это всегда мышление о необходимых действиях, о том, как добиться требуемого результата. Императивность мышления – это первая основа. Вторая – это однозначность понимания алгоритмических действий. Фундаментальное свойство человеческого мышления заключается в некоторой неопределенности и понятийного аппарата и мыслительных операций. На самом деле в любом определении и утверждении, если оно не высказано на особом языке созданном специально для науки, есть доля субъективности. Каждый человек несколько по своему интерпретирует наблюдаемые явления и события. Описания создаваемые человеческим интеллектом это всегда личные интерпретации.

Алгоритмическое же мышление – это всегда предельная точность и абсолютная однозначность всех описаний и терминов. Определение конечно несколько упрощенное,

но для примера вполне достаточное. Такое понимание задает цель ученического развития. Требование императивности и однозначности понимания – наиболее общая цель. Раскрывая эти понятия, я прихожу к набору приемов и методов, свойственных науке программирования и алгоритмизации, а также набору определений и понятий, необходимых для формирования знаниевого костяка изучаемой науки.

## **Набор мыслительных методов как основа учебного процесса**

Итак, мы определили то, что для типа мышления является наиболее общим и в то же время специфическим. Теперь специфическое требуется развернуть в систему частных методов и приемов. Я продолжу свой пример с алгоритмическим мышлением.

Выше было сказано, что суть алгоритмического мышления это мышление действиями. Не понятиями, образами или ассоциациями, а именно действиями. Если мы посмотрим на самую общую структуру любого языка программирования, а язык всегда отражает структуру мышления, то заметим, что таких действий ровно три.

**Присваивание.** Это действие обеспечивает вычисление определенного выражения, не обязательно арифметического, и передачу полученного значения переменной.

**Многократное повторение.** В программировании эта операция реализуется структурой цикла. Ее суть в том, что необходимое действие записывается только один раз, но повторяется многократно.

**Выбор.** Есть ситуация в которой необходимо принимать решение и вариантов выбора только два. Например, я взял с магазинного прилавка яблоко. Мне нужно красное. Тогда если яблоко красное, я его покупаю, иначе нет.

Можно сказать, что обучение алгоритмическому мышлению заключается в использовании этих трех мыслительных конструкций. Раскрывая алгоритмическое мышление далее, можно придти к идее декомпозиции. Ее суть в следующем. Если решаемая задача велика по объему выполняемой работы и логически сложна, ее можно разделить на несколько более простых задач, решить их, а затем собрать исходную задачу из решенных задач меньшего объема.

Текст, написанный выше – просто пример, иллюстрирующий как выстраивается система методов мышления и что это такое вообще. Необходимо понимать, что выстроить ее для реального учебного процесса довольно сложно, это очень объемный труд, поэтому таким небольшим наброском мы и ограничимся.

Но это наиболее общие методы. Строя их систему мы будем постепенно погружаться в специфику предмета. В точных науках методами мышления становятся общие законы физики, теоремы математики. Строя систему специфических методов мышления мы довольно быстро обнаружим тот факт, что четкой границы между понятиями, знаниями и методами мышления нет, понятийное же знание в отличие от методов мышления системно по своей природе, поэтому углубляясь в науку мы вынужденно отходим от пропагандируемого в этой книге интуитивного нелинейного подхода и начинаем выстраивать формально логическую систему знания.

Противоречия и какого-либо опровержения моего интуитивного подхода в этом нет. Дело в том, что по мере углубления в науку мы постепенно меняем педагогическую задачу. Напомню, что основная цель моего педагогического метода – обучение и воспитание прикладника (проще говоря инженера, мастера промышленного производства), для которых интуитивного понимания вполне достаточно. По мере углубления в науку мы переходим на уровень владения теоретическим знанием, а значит, постепенно приходим к задаче обучения и воспитания теоретика, иначе говоря, ученого. Понятно, что хороший прикладник хотя бы немного ученый, и любой теоретик, хотя бы немного прикладник.

Вопрос только в том, где установить границу между двумя учебными задачами, на каком уровне погружения в область знания остановится.

## Механика учебного процесса

Все, это общие идеи, не дающие ответа на главный технический вопрос – что именно делает учитель, в ходе своей работы. Начнем разбираться с механикой процесса. Выше было сказано, что цель педагогического процесса формирование мыслительного аппарата и было показано, что он состоит из нескольких групп методов разной степени общности.

Высший уровень – обобщенные методы, они описаны в первом разделе данной книги. Затем идет уровень методов определяемых профессиональной спецификой, самого общего плана, не привязанного к конкретным задачам. Эти два уровня не вполне система, а скорее набор принципов, каждый из которых самостоятелен и не выводим из других методов и идей. Ниже них располагается уже система методов и операций составляющая содержание науки. Эти три уровня – цель. Средство – набор задач в решении которого потребуются весь мыслительный инструментарий всех трех уровней, а стало быть решение которых (задач) и есть главное учебное действие.

Я пока схематично обозначаю три уровня интеллектуальных инструментов. Поставлю на этом акцент. Первый уровень – обобщенные методы. Второй – методы, характерные для данной области знания, определяемые типом требуемого мышления и работающие на всей области знания. Третий уровень – это положительные утверждения области знания (теоремы, законы, правила, принципы) выражаемые в терминах области знания, являющиеся собственно ее содержанием и применяемые для вывода нового знания.

Теперь, выяснив с чем мы работаем на самом деле, необходимо дать принципы построения системы прикладных задач, которые являются видимым материалом учебного процесса, тем что предлагается ученику в работу в виде текстов и непосредственно воспринимаемых смыслов.

Любой набор задач имеет структуру, определяемую учебной задачей. А наша задача как было показано выше, имеет трехуровневую структуру методов мышления разной природы. Естественный вопрос, каким образом при такой учебной задаче можно говорить о структуре учебного материала имеет простой ответ. Структура задачника определяется третьим уровнем, самым конкретным и содержательно наполненным.

На самом деле, это совершенно естественная идея. Обобщенные методы развиваются всем ходом работы интеллекта, они, по сути, есть форма организации интеллекта, а не способ получения конкретного результата, поэтому к любому набору прикладных задач этот уровень мыслительности имеет только опосредованное отношение. Специфические методы мышления это набор общих принципов мыслительности в данной области знания, отсюда также набор задач не выводим.

Таким образом, два высших уровня мыслительных методов можно рассматривать как стержень, проходящий через всю учебную работу, как именно они становятся этим самым стержнем, мы поговорим чуть позже, а сейчас все же о системе задач.

А проблема системы задач, при таком подходе перестает быть проблемой. Я строю ее в точном соответствии с системой мыслительных операций, которые я, как педагог посчитал значимой для моего учебного процесса. Приведу пример того, как в учебном действии по решению задач объединяются три уровня мыслительности.

**Пример. Рекуррентные ряды.** Рекуррентным числовым рядом называется любой числовой ряд, в котором очередной элемент вычисляется каким-либо образом через предыдущие. Математики могут привести огромное количество примеров рекуррентных рядов. Почти любой числовой ряд можно считать таковым. Например, ряд натуральных

чисел: 1, 2, 3, .... в этом ряду каждое число равно предыдущему, увеличенному на единицу. Можно утверждать, что специфическая операция, описываемая схемой:

$$\text{Очередное} = \text{Предыдущее} ( \text{Система арифметических операций} ) \text{ Число}$$

имеет важное специфическое значение и может быть содержанием темы «Счет числовых рядов» в любом курсе программирования. В закреплении этой операции как специфической можно ввести задачи на счет прогрессий, факториалов, чисел Фибоначчи и т.д. Еще раз заметим, что в рамках излагаемого метода, главным содержанием учебного процесса не будет понятие прогрессий или факториалов или каких либо других рекуррентных числовых рядов, хотя безусловно и такую информацию ученик получит, главным содержанием станет схема вычисления под которую подпадает любой ряд, как вошедший в примеры, так и любой возможный.

На этом же примере, можно пояснить и то, где здесь проявляются методы организации мыследеятельности. Специфическое алгоритмическое мышление в этой формуле проявляется во-первых, тем, что эта схема с определением системы арифметических операций превращается в формулу. Например, для арифметической прогрессии:

$$\text{Очередное} = \text{Предыдущее} + \text{Разность}$$

Во-вторых, на этом примере можно и нужно показать принципы организации циклических вычислительных процессов, что уже относится к специфической форме алгоритмического мышления. Эта же схема являет собой и хороший пример обобщения, а это уже общемыслительный метод. И действительно мы в одной простой схеме зашили все возможные случаи рекуррентных рядов, это и есть общемыслительная операция обобщения.

Приведенный пример в полной мере демонстрирует механику учебного процесса. Ученик решая задачу, безусловно, знакомится с содержательным знаниевым материалом, но не это является существенным. Значима работа по овладению специфической мыслительной операцией используемой в изучаемой науке. Общие же методы вводят интеллект, если можно так выразиться в грамотные технологические рамки, благодаря им ученик видит и понимает сквозную смысловую связь через всю систему предлагаемых задач и благодаря им решение задач создает не просто опыт работы в области знания, а помогает создавать активное личное знание.

## **В заключение**

Утверждение о том, что мы должны учить думать уже давно стало достаточно банальным. В этой главе я попробовал показать, что эта задача может быть конкретизирована и наполнена вполне понятным содержанием. Учить думать, это значит уметь вести свой мыслительный процесс в рамках определенных общих принципов, присущих интеллекту вообще, это то, что мы называем общим развитием. И, конечно же, в рамках специфических методов принятых на вооружение в данной области знания. Общее является формой. Содержанием становятся мыслительные операции, определяемые правилами, законами, теоремами области знания. А набор задач разбитый по темам случит материалом для отработки интеллектуальных методов.