

УДК 51:581.3(07)

Э.Н.ПОДСКРЕБКО

## МЫСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЛЕКЦИИ ПО МАТЕМАТИКЕ В АУДИТОРИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

В статье освещается опыт использования компьютерной технологии при чтении лекций по математике в Томском политехническом университете. Рассматриваются возможности организации учебного материала и процесса мышления, обеспечивающие формирование новых знаний.

Математика – величайшая наука, с неизбежностью приобщающая каждого из нас к своим методам и законам, мера владения которыми определяет широту и глубину нашего миропонимания, научную и техническую состоятельность всего общества, его социальную зрелость и перспективы развития.

Математика – сложнейшая наука. Трудности в овладении этой дисциплиной связаны с высокой степенью абстрактности ее понятий, с их универсальной значимостью и необычайной информационной емкостью, не имеющей себе равных в других науках. В математических понятиях удивительным образом отражаются объективные геометрические и физические сущности материального мира, субъективные возможности человеческого мозга по осмыслению и переработке информации, мировоззрение человека, а также методологические особенности самой науки.

Формирование математических понятий сопряжено с длительными и мучительными поисками многих поколений ученых, результатом которых явилось не только становление математики как науки, но и открытие методов, которыми может быть получена новая научная информация, совершено новое открытие

Традиционно на лекциях и в учебной литературе излагается отшлифованный учебный материал. Как правило, проблемы, приводящие к его возникновению и становлению, спрятаны, изъят трудный и извилистый путь познания.

Следуя чужому пути осмысления материала, читая решение готовых задач, обучаемый выполняет чужие установки на приобретение определенной суммы новых знаний. Вряд ли при этом он овладеет методами и навыками, позволяющими открывать новые знания, в лучшем случае будет сформировано умение решать задачу по известному алгоритму. Мыслящий ум должен пройти трудный путь познания, овладеть методами познания. «Метод важнее открытия, ибо правильный метод приведет к новым, еще более ценным, открытиям.» Эти слова принадлежат выдающемуся физика Л. Д. Ландау. Леонард Эйлер, излагая результаты своих исследований, считал всегда необходимым чистосердечно сообщить об испытанных им затруднениях.

Задача преподавателя состоит в том, чтобы с учетом функциональных возможностей мозга человека, его психики, особенностей дисциплины и имеющихся образовательных технологий построить такую модель процесса обучения, которая бы позволила обучаемому по возможности самостоятельно и быстро преодолеть важнейшие проблемы становления науки. При этом процесс обучения должен быть направлен не только на обретение конкретных знаний дисциплины, но и на овладение ее мировоззренческими основами, методологией, структурой, диалектикой внутреннего развития.

Эффективность учебного процесса по математике в значительной степени зависит от двух факторов: организации учебного материала и организации учебной деятельности.

Использование компьютерной технологии для установления обратной связи студент – преподаватель поставило перед педагогом проблему глубокого переосмысления организации учебного материала и учебной деятельности. В этой технологии материал дисциплины организуется строго по принципу причинно-следственных связей: от образования элементарного понятия до синтеза класса элементов, наделенных этим понятием, и взаимосвязей между различными классами.

Моделирование учебной деятельности предполагает максимальную самостоятельность обучаемого в решении наиболее важных проблем становления науки. Новые знания не декларируются, они добываются. Технология обратной связи предполагает жесткое планирование всех элементов учебного процесса, оставляя для импровизации только эмоциональное воздействие на обучаемого.

Остановимся более подробно на вопросе подготовки лекционного процесса по математическому анализу.

1. Планирование содержательного материала дисциплины предполагает его отбор, структурирование и пространственно-временное упорядочивание в строго логической последовательности: элементарное понятие – класс элементов – соотношение классов.

Организационную сторону содержательного материала отражает структурно-логическая схема курса, в которой выделены разные уровни его представления. Первый уровень представления учебного материала позволяет увидеть предмет изучения в целом. Например, в курсе математического анализа это классы функций и связи между ними. На рис. 1 приведен фрагмент схемы, отражающей последовательность изучения классов функций.



Рис. 1

Качественная дифференциация возможностей математического аппарата, соответствующего каждому классу функций, отражена на диаграмме взаимного соотношения классов (рис. 2). С нарастанием степени вложения класса функций усиливаются возможности математического анализа для более глубокого изучения их свойств.

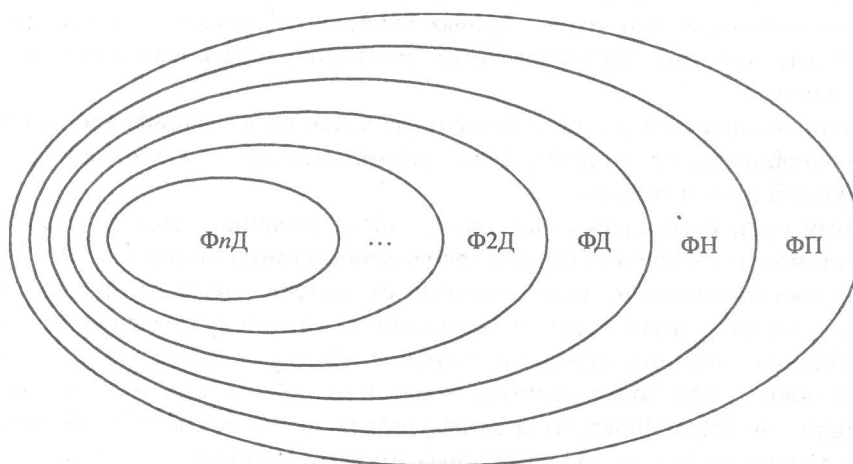


Рис. 2

Второй уровень структурно-логической схемы определяет необходимую информацию, касающуюся представления каждого класса: его внутренних локальных и глобальных свойств. Например, класс функций, имеющих предел в точке, изучается по схеме, приведенной на рис. 3.

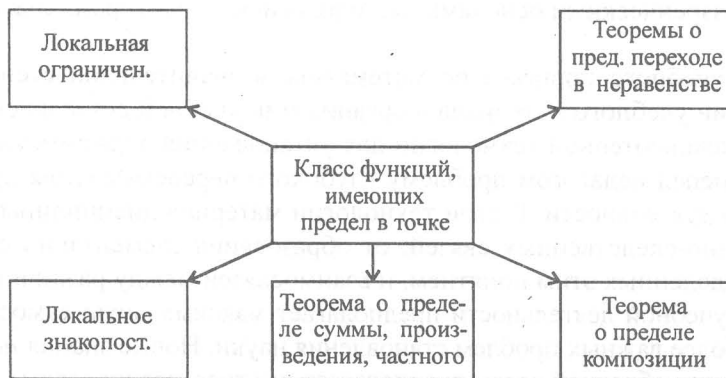


Рис. 3

Наконец, третий уровень представления материала определяет схему изучения характеристического свойства класса. Пример схемы изучения понятия предела функции в точке приведен на рис. 4.



Рис. 4

Ввиду важности основополагающих понятий математики остановимся на примере изучения предела функции в точке более подробно.

Добротное осознание всякого математического понятия зависит от полноценного представления всех его сторон. В данном случае понятия функции, области определения, предельной точки множества относятся к тем элементам знаний, без которых нельзя будет сформировать понятие предела функции.

Интуитивное представление о пределе позволяет включить в осмысление этого понятия обыденное логическое сознание, сформировать некоторое его содержательное описание.

Причинная обусловленность понятия отражает его мировоззренческий аспект как специальный математический инструмент, предназначенный для локального анализа математических моделей явлений и процессов реального мира, имеющих причинно-следственную природу.

Геометрическое представление о пределе является обязательным условием осмысления вообще всякого понятия в математике, связанного с особенностями информационной обработки материала человеческим мозгом.

Представление предела как алгоритма позволяет осмыслить это понятие с позиций счета (числа) – атрибутов самой дисциплины.

Наконец, представление о пределе как о логической форме характеризует строгость нового понятия с точки зрения формально-логического аппарата дисциплины.

Тщательный подход к изучению фундаментальных понятий дисциплины обязателен, поскольку остальные структуры, такие, как классы функций, синтезируются на базе этих понятий.

Структурно-логические схемы в курсе выражают системный подход к организации учебного материала, указывая на то, что системообразующими элементами в курсе математического анализа являются функции и их свойства.

2. Вторым, важнейшим по значимости, аспектом планирования учебного процесса является планирование такой деятельности обучающихся, которая обеспечивала бы устойчивый процесс формирования новых знаний.

Перечислим основные направления планирования.

Организация учебной деятельности предполагает учет функциональной асимметрии головного мозга. Параллельность и высокая интенсивность обработки зрительной информации, в 100 раз превышающая интенсивность обработки слуховой информации, требует, чтобы большая часть предъявляемого материала была подвергнута по возможности образному представлению (чертежи, рисунки, схемы, графики, модели и т. д.).

Учебный процесс организуется таким образом, чтобы обучаемый не был сторонним наблюдателем чужого пути познания, а пережил свой собственный опыт, добывая знания по возможности самостоятельно.

Постижение всякой новой истины происходит в результате непрерывной мыслительной деятельности, непрерывного умственного экспериментирования. «Чтобы узнать истину, надо вообразить миллион неправильностей». Это изречение О. Уйальда говорит о многомерности пространства мыслительных решений, перебор которых требует значительного времени. В таких условиях,

по образному выражению Джеймса Уиллера, «наша задача – ошибаться как можно чаще». В реальной учебной деятельности мы существенно ограничены во времени и не имеем возможности повторить весь исторический мысленный эксперимент человека, приводивший его к гениальным догадкам. Мы пытаемся моделировать этот эксперимент, целенаправленно уменьшая размерность пространства мыслимых решений, формируя подпространство наиболее вероятных его составляющих, среди которых содержится и верное решение.

Можно указать некоторые направления, формирующие подпространство мыслимых решений. Это могут быть мировоззренческие аспекты осмысления человеком окружающей действительности; геометрические и физические сущности материального мира; внутренние атрибуты самой науки – ее логические и алгоритмические составляющие, а также психофизиологические особенности человека по информационной обработке материала.

Для реализации такого процесса всякая изучаемая проблема анализируется с точки зрения формирующих ее подпроблем, связанных причинно-следственными узлами, постепенное решение которых приводит к решению исходной проблемы.

Материальным выражением этого действия является составление последовательности тестов, характеризующихся небольшим количеством информации и небольшим количеством альтернативных правдоподобных ответов. Малая мера неопределенности теста позволяет сузить мыслительное пространство обучаемого, наметить точку приложения его интеллектуальных усилий и соответственно сформировать у него нужное информационно-образующее направление.

Последовательность таких тестов моделирует деятельность сознания, направленную на решение проблемы дисциплины, предлагая для этого обучаемому ответить на достаточное число логически упорядоченных посильных вопросов, которые, непрерывно возбуждая сознание и подсознание, заставляют его размышлять в нужном направлении.

При этом важнейшей стороной деятельности обучаемого в лекционной аудитории является возможность самостоятельного поиска ответов на поставленные вопросы, постановка собственно мыслительного эксперимента.

Спланированная направленность умственных действий позволяет сконцентрироваться на существенных проблемах в осознании нового, сужая мыслительное пространство, придать мыслительному процессу высокую энергетическую насыщенность, тем самым обеспечить достаточную эффективность процесса формирования новых знаний.

Мысленный эксперимент обучаемого невозможен без коррекции его результатов.

Лекционная аудитория создала благоприятные условия для коррекции знаний обучаемых.

Результаты каждого тестирования поступают преподавателю в двух измерениях: интегральном и персонифицированном. Интегральная характеристика процесса служит управляющим фактором в деятельности преподавателя, которая позволяет ему принимать оперативные решения. Персонифицированная оценка доводится до каждого обучаемого. К обсуждению результатов тестирования привлекаются обучаемые, приводя аргументацию в пользу выбранного ими ответа. В это же время остальные сравнивают свой ответ с эталонным, задают вопросы, своевременно корректируют свою умственную деятельность, глубоко и прочно усваивают не только новые знания, но и, что чрезвычайно важно, осваивают методы их получения.

Процесс коррекции знаний обучаемого существенно сокращает и сглаживает количество мысленных зигзагов, которые бы он неизбежно совершил в условиях традиционного обучения.

Управляя мыслительной деятельностью каждого, мы формируем в аудитории единое информационно-энергетическое пространство. В отличие от традиционной лекции, оно характеризуется отсутствием интеллектуальной инертности и вязкости, динамично и легко управляемо. Информационно-энергетическое пространство оказывает влияние на каждого индивидуума: синхронная кратковременная концентрация умственных усилий, направленных на решение посильной проблемы, вызывает резонансные явления в мыслительной деятельности каждого участника этого процесса; увеличивает скорость мышления у одних, помогает преодолеть интеллектуальные затруднения другим, включает сверхсознание у третьих.

В общих чертах лекционный процесс в аудитории с обратной связью можно характеризовать как процесс устойчивого формирования знаний. В этом процессе гармонично сочетаются коллективная и индивидуальная деятельность обучаемых: каждый думает по-своему, но все думают об одном. Чем выше степень единомыслия, тем сильнее воздействие коллективного разума на каждого участника лекционного процесса.

Чем активнее отдельная личность, тем существеннее ее вклад в единое информационно-энергетическое пространство на лекции и, следовательно, плодотворнее работа каждого. Более того, причастность обучаемого к сотворению знаний: возможность подумать, высказать и обосновать свое мнение, признать и преодолеть свои ошибки, учесть аргументацию других, – раскрепощает сознание обучаемого, позволяет не просто формировать новые знания, но и воспитывать глубокие убеждения в области математики. Как следствие, повышается творческий потенциал личности, усиливается ее энергетический и информационный вклад в процесс созидания новых знаний.

На лекциях в аудитории с обратной связью с особой силой ощущается гуманистический характер науки математики, высочайшим проявлением которого является причастность к сотворению ее объективных и справедливых законов, возможность свободного творчества в ее пределах.

Подводя итоги, можно утверждать, что мыслительный процесс по математике в лекционной аудитории с обратной связью характеризуется как качественно новый уровень формирования знаний по одной из самых сложных наук человеческого гения – математике.