

УДК 378.016+371.311.1

Рябинова Е.Н.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Ключевые слова: индивидуально корректируемая технология, высшая профессиональная школа.

Окончание. Начало в № 4, 2009
(«Инструментарий персональной модели
обучения»)

© Рябинова Е.Н., 2009

Индивидуально корректируемая технология обучения, основанная на синергетическом подходе, требует системного понимания сущности познавательного процесса и структуризации учебного материала, подлежащего усвоению. С этой целью нами построена познавательно-деятельностная матрица учебного процесса, состоящая из определенного набора познавательных и деятельностных уровней.

Из множества составляющих процессов познания выделим следующие определяющие познавательные уровни: отражение, осмысление, алгоритмирование и контролирование, которые могут представлять собой одну из возможных структуризаций познавательного процесса.

Обозначим перечисленные выше познавательные уровни через ψ_i , $i = 1, 4$. Уровень ψ_1 – это уровень отражения (ориентировочный уровень), который характеризует восприятие учебного материала учащимся и включает в себя такие процессы, как сознание, ощущение, восприятие, внимание, воображение, память (как воспоминание), наглядно-образное мышление, мотив.

Уровень ψ_2 – осмысление. Мыслительная функция включает в себя переработку принятой учебной информации, нахождение способов решения поставленной задачи. Она характеризуется такими процессами, как память, сознание, наглядно-действенное, образное или понятийное мышление, мотив.

Уровень ψ_3 – алгоритмирование. Формирование алгоритма решения поставленной задачи является исполнительной функцией, которая включает в себя анализ способов, применяемых для реализации алгоритма, и характеризуется такими процессами, как память, сознание, внимание,

воображение, речевое мышление, эмоции, мотив.

Познавательный уровень ψ_4 – контролирование. Контрольно-корректировочная функция отвечает за правильное оформление результата и характеризуется такими процессами, как сознание, память, внимание, мышление, речь, мотив. Контролирующая процедура является средством выработки у учащегося методики и умения регулярно анализировать и корректировать собственную деятельность.

Выделенные познавательные уровни позволяют построить структуру познавательного процесса (рис. 1), из которой следует, что разные уровни познавательной активности характеризуются одинаковыми компонентами. Однако каждый из рассматриваемых компонентов меняется в процессе прохождения по уровням от ψ_1 до ψ_4 .

Рассмотрим, например, такой важный компонент структуры познавательного процесса, как сознание. «Категория сознания в науке четко не определена» [1]. «Семантика понятия “сознание” указывает на его синергетическую конструкцию. Сумма знаний (знания + знания + знания + ...) предполагает их синергетическое соединение» [там же], в котором можно выделить следующие составляющие:

- плавный переход от усвоенного ранее к новому (сопряжение);
- появление новых смыслов от соединения старых (а не просто арифметическая сумма двух усвоенных объемов информации);
- интегральное соединение новых смыслов по принципу дополнительности (дополнение, уточнение, критика).

Механизм синергетического соединения включает процесс производства собственных мыслей, продуктивное содержание, которое реализуется через наполнение сознания не только извне, но и изнутри. В учебном процессе этот механизм работает, если содержание структурируется по модульному принципу.

Знание – одна из основополагающих категорий педагогического языка. Многочисленные попытки его определения проходят «замкнутый круг», так как включают понятия, определяемые через знания: со-знание, по-знание, осо-знание. Наиболее подходящим основанием для определения знания является понятие «информация», ибо знание – усвоенная субъектом информация. Сложное, громоздкое информационное пространство, в которое погружены субъекты, позволяет им самим решать, что сделать своим

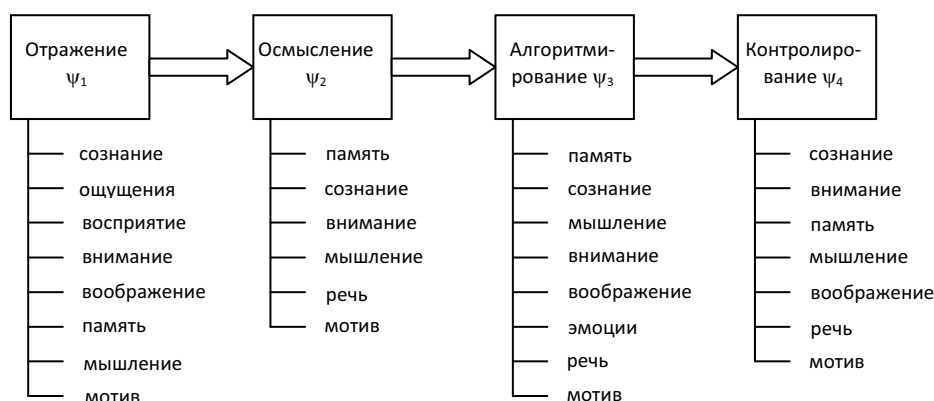


Рис. 1. Структура познавательного процесса

(усвоить информацию как знание), а что созерцать, не загружая собственное сознание.

Проанализируем другой, не менее важный компонент структуры познавательного процесса, такой как память. Он имеет свой синергетический аспект, так как память рассматривается как психологический процесс сохранения информации на определенное время и процесс организации на этой основе обобщений и умозаключений. На уровне отражения ψ_1 этот компонент играет роль воспоминания – необходимая информация извлекается из долговременной памяти. При осмыслении, алгоритмировании и контроле будут использоваться другие операционные механизмы памяти.

Мнемические способности учащегося характеризуются четырьмя этапами развития $P_1 - P_4$ [2]. При этом развитие мнемических способностей нельзя представить как линейный процесс последовательного прохождения некоторых этапов.

В качестве уровня I развития мнемических способностей понимают запоминание, близкое к запечатлению и механическому запоминанию: т.е. информация повторяется, циркулирует, персервирует, но не обрабатывается, не трансформируется. Сущность этого этапа состоит в запоминании с опорой на функциональные механизмы.

Уровень II характеризуется появлением операционных механизмов в структуре памяти, которые функционируют преимущественно на перцептивном уровне (уровне восприятия). В качестве этих механизмов выступают ассоциации, группировка, распределение по объему, по времени, в пространстве, перекодирование, выделение опорного пункта по признакам и другие способы обработки запоминаемого материала.

С появлением операционных механизмов в структуре памяти принципиально меняется процесс запоминания – субъект начинает ориентироваться в запоминаемом материале, причем ориентироваться целенаправленно, осмысленно, начинает проявляться тенденция к формированию контролируемых действий.

На уровне III развития мнемических способностей процесс запоминания рассматривается как деятельность. Субъект овладевает всеми способами обработки запоминаемого материала. Появляется внутренний контроль процесса запоминания.

Уровень IV характеризуется завершением формирования функциональной системы мнемических способностей. Субъект умеет обрабатывать материал на любом уровне анализа запоминаемого, причем при доминировании мыслительной обработки. На этом этапе наиболее заметна интегрирующая роль мышления. Система становится саморегулирующейся. Причем появление внутренней регуляции не означает уменьшения роли внешней регуляции, так как смысл (цель) функционирования саморегулирующейся системы мнемических способностей находится за пределами памяти.

На рис. 2 период $(0 - t_1)$ соответствует первому уровню развития мнемических способностей этапа P_1 ; период $(t_1 - t_2)$ – второму уровню этапа P_2 ; период $(t_2 - t_3)$ – третьему уровню этапа P_3 ; и период $(t_3 - t_4)$ – четвертому уровню этапа P_4 . В реальной ситуации моменты перехода от одного этапа развития к другому будут характеризоваться не точками, а интервалами (зонами перехода) $(t'_1 - t''_1)$, $(t'_2 - t''_2)$, $(t'_3 - t''_3)$, которые также отмечены на рис. 2.

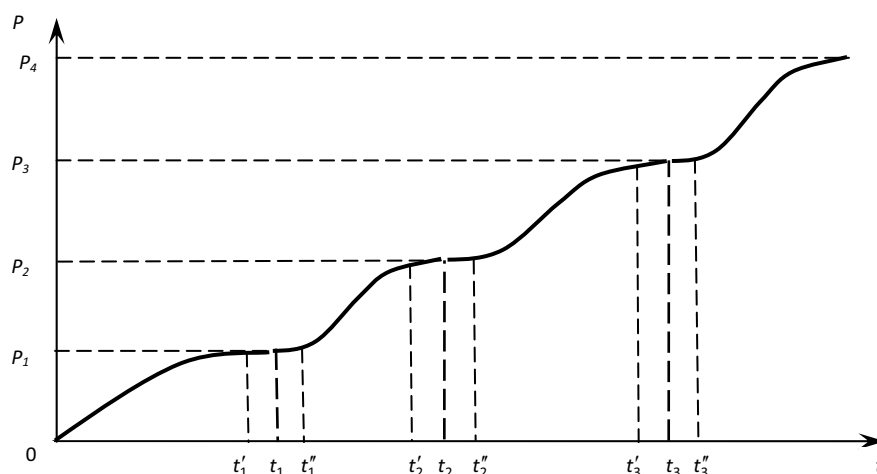


Рис. 2. Процесс развертывания мнемической деятельности

Проанализировав процесс развертывания мнемической деятельности, можно заключить, что успешность самообразования непосредственно связана с умением эффективно управлять своими мнемическими способностями и владеть многообразием мнемических приемов. Следовательно, система подготовки учащихся должна представлять целенаправленную познавательную деятельность, а не простое запоминание.

Индивидуальные способности памяти отличаются большим разнообразием в рамках рассмотренных этапов $P_1 - P_4$. Способности человека зависят от развития функциональных, операционных и регулирующих механизмов памяти и выявляются в результате развертывания мнемической деятельности, продуктивность которой повышается за счет включения в процесс запоминания, сохранения и воспроизведения различных приемов.

Поскольку память является одним из главных свойств мозга, основой многих других психических функций, и прежде всего мышления, то можно по аналогии представить процессы

развертывания других компонентов познавательной активности, представленных на рис. 1.

И только мотив, также включенный во все уровни познавательного процесса, не подчиняется общему алгоритму развития. Этот компонент познавательного процесса принимает непосредственное участие как в выборе, так и в принятии решений на основе взвешивания поведенческих альтернатив.

В поведении человека есть две функционально взаимосвязанные стороны: побудительная и регуляционная. Побуждение обеспечивает активацию и направленность поведения, а регуляция отвечает за то, как оно складывается от начала и до конца в конкретной ситуации.

Познавательные процессы, явления и состояния (ощущение, восприятие, память, воображение, внимание, мышление, способности, темперамент, характер, эмоции и т.п.) обеспечивают в основном регуляцию поведения. Что же касается его стимуляции или побуждения, то оно связано с понятием «мотива» и «мотивации». Изменение

«вектора мотивации» связано с множеством факторов – потребностями, интересами, самочувствием и т.д. В зависимости от мотива человек может принять решения, не всегда соответствующие его интересам. Именно поэтому мы можем наблюдать студентов, не занимающихся активной учебной деятельностью только потому, что в данный момент они большую потребность испытывают, например, в зарабатывании денег, лечении, увлечении чем-либо, не относящимся к учению, и т.п.

Таким образом, можно утверждать, что все познавательные уровни ψ_i ($i = 1, 4$) представляют собой сложные синергические соединения и являются ключевыми блоками обучения, ключевыми метриками.

Известны два уровня деятельности в зависимости от способа выражения приобретаемой в процессе обучения информации – репродуктивный и продуктивный, которые обозначим через d_j ($j = 1, 4$). В работе [3] подробно описаны рассматриваемые деятельностные уровни и приведены примеры разноуровневых заданий из курса высшей математики. Здесь же отметим, что уровень d_1 (узнавание) связан с репродуктивной деятельностью. В данном случае каждая операция этой деятельности выполняется с опорой на подсказку, содержащуюся в явном или неявном виде. Этот уровень знаний можно сформировать во время лекционных занятий. Второй уровень d_2 (воспроизведение) – это воспроизведение изученных учебных элементов по памяти, без подсказки. Этот уровень усвоения знаний может сформировать внеаудиторная самостоятельная работа учащейся личности или соответствующие практические занятия. Третий уровень d_3 связан с продуктивной деятельностью в фазе

применения. Учащаяся личность должна обладать именно этим уровнем усвоения знаний по определенному ряду учебных элементов программы. Здесь, очевидно, краеугольным камнем выступают практические занятия, методика проведения которых должна быть ориентирована на решение нетипичных задач. Четвертый уровень усвоения d_4 связан с продуктивной деятельностью в творчестве. Сформировать этот уровень у учащейся личности чрезвычайно трудно, поскольку практика показывает, что творчеством обладают лишь единицы индивидуумов из учащейся среды.

Деятельностные уровни d_j ($j = 1, 4$) учебного процесса образуют ключевые метрики другой составляющей обучения. Следует отметить, что иерархическая последовательность познавательных уровней ψ_i ($i = 1, 4$) прослеживается для каждого уровня деятельности d_j ($j = 1, 4$).

Объединяя обе эти метрики в матрицу размера 4×4 (таблица), мы получаем 16 учебных элементов y_{ij} ($i = 1, 4; j = 1, 4$), представляющих собой сочетание пар (ψ_i, d_j) соответствующих определенному количеству усвоенной учебной информации.

Отсюда следует, что $y_{ij} = F(\psi_i, d_j)$, $i, j = 1, 4$, где y_{ij} – количество усвоенной учащейся личностью учебной информации на i -м познавательном уровне и j -м деятельностном уровне.

Из таблицы видно, что рассматриваемая структура познавательной деятельности, в основе которой лежат не только познавательные процессы, но и виды деятельности, позволяет представить освоение учащимся учебного материала как «движение» по элементам ψ, d матрицы размера 4×4 , составленной из перечисленных выше познавательных и деятельностных уровней.

Познавательная-деятельностная матрица усвоения учебного материала

Уровни психолого-познавательные \ Уровни деятельностные	Репродуктивная деятельность		Продуктивная деятельность	
	Узнавание (знание) d_1	Воспроизведение (копии) d_2	Применение (трансформация) d_3	Творчество (исследование) d_4
Отражение ψ_1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}
Осмысление ψ_2	y_{21}	y_{22}	y_{23}	y_{24}
Алгоритмирование ψ_3	y_{31}	y_{32}	y_{33}	y_{34}
Контролирование ψ_4	y_{41}	y_{42}	y_{43}	y_{44}

При этом каждому из элементов этой матрицы соответствует вполне определенное количество усвоенного учебного материала y_{ij} , начиная с самого элементарного уровня y_{11} (узнавание на уровне отражения) и заканчивая самым высоким уровнем y_{44} – контролированием на уровне творчества.

Из таблицы видно, что чем дальше мы перемещаемся по элементам познавательной-деятельностной матрицы ($i \rightarrow 4; j \rightarrow 4$), тем труднее приобретаются знания, так как весовые коэффициенты учебных элементов на разных уровнях ψ_i, d_j качественно разные: с возрастанием индексов i и j y_{ij} ($i = \overline{1, 4}; j = \overline{1, 4}$) возрастает и сложность изучаемого учебного материала.

Представленная структуризация учебного материала, безусловно, не претендует на полноту охвата проблемы и является лишь одним из возможных вариантов формального представления познавательных и деятельностных составляющих этого процесса. Такая структуризация позволяет конструктивно подойти к формированию синергетической математической модели процесса усвоения учебного материала с учетом предыстории обучения и с учетом такого важного фактора, как мотивация.

Представленная структуризация учебного процесса, безусловно, не

претендует на полноту охвата проблемы и является лишь одним из возможных вариантов формального представления психолого-познавательных и деятельностных составляющих этого процесса. Такая структуризация позволяет конструктивно подойти к формированию синергетической математической модели процесса усвоения учебного материала с учетом предыстории обучения и с учетом такого важного фактора, как мотивация. Далее подобная модель усвоения может быть использована для разработки синергетической технологии обучения, которая позволяет непрерывно корректировать процесс усвоения учебной информации студентами с учетом индивидуальных познавательных и деятельностных особенностей каждого конкретного учащегося.

Разделение всего учебного материала на учебные элементы и решение задач I, II, III и IV уровней [4; 5] в нашей технологии обучения и учитывает рассмотренные выше синергетические аспекты составляющих образовательного процесса.

Построенная математическая модель процесса усвоения учебного материала связывает три потока информации: транслируемую учебную информацию $Z(t)$, мотивационную составляющую учебной информации $M(t)$ и усваиваемую учебную информацию $Y(t)$. Эти потоки находятся в

определенном балансе и определяют суть процесса усвоения учебного материала в дидактической системе.

Важно отметить, что потоки информации должны быть измеримы и исчисляются они учебными элементами. Таким образом, в качестве предмета моделирования выступает процесс усвоения заранее структурированного по ключевым метрикам познавательной деятельности матрицы учебного материала, представленного в виде измеримого массива информации (набора учебных элементов).

Мотивационная составляющая учебной информации, измеряемая числом усвоенных учебных элементов, представляет собой ряд специально подобранных задач и примеров из выбранной квалификационной области знаний. Учащийся, усваивающий мотивационные задачи, более осмысленно воспринимает и абстрактный учебный материал.

Совокупность рассмотренных информационных потоков представляет собой образовательное пространство, являющееся синергетической средой.

Модель усвоения учебного материала представляет собой систему линейных дифференциальных уравнений двенадцатого порядка следующего вида [5]:

$$\left. \begin{aligned} T_{ij}^2 \frac{d^2 Y_j(t)}{dt^2} + 2T_{ij} \xi_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) &= k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t), \\ T_{M_j} \frac{dM_j(t)}{dt} + M_j(t) &= k_{ij}^M \frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ i &= \overline{1, N}; j = \overline{1, 4}. \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где через $Y_j(t)$, $Z_j(t)$, $M_j(t)$ обозначены соответственно объемы нормированной усвоенной, транслируемой и мотивационной составляющей учебной информации; коэффициенты T_{ij} , $2T_{ij}\xi_{ij}$, k_{ij} , k_{ij}^M определяются следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} T_{ij} &= \frac{1}{\eta_{ij}}; \quad 2T_{ij}\xi_{ij} = \frac{1}{v_{ij}}; \\ k_{ij} &= k_1 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{v_{ij}}, \\ k_{ij}^M &= k_2 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{\eta_{ij}}. \end{aligned} \quad (2)$$

Положенное в основу построения математической модели синергетическое основание позволяет учесть основные свойства процесса усвоения учебного материала с помощью соответствующих коэффициентов. Так, в формулах (2) коэффициенты α , β , γ характеризуют соответственно объем теряемой учебной информации за счет отвлечения учащихся от процесса обучения, а также прирост объема учебной информации за счет формирования умозаключений и регламентируемой самостоятельной работы; коэффициенты v и η характеризуют потери объемов учебной информации и ее мотивационной составляющей, вызванные несовершенством механизма человеческой памяти. При этом процесс усвоения учебного материала характеризуется также свойствами инерционности и насыщения, что происходит по причинам психологического и физиологического характера.

Коэффициенты α , β , γ , v , η определяются для i -го момента квалиметрии и j -го уровня учебных задач в соответствии с разработанной структуризацией; коэффициенты k_1 и k_2 определяют соотношение между объемом учебной информации, подлежащей усвоению, и объемом мотивационной составляющей учебной информации.

Система уравнений (1) представляет собой феноменологическую синергетическую модель усвоения учебного материала и в пространстве параметров $\{Y_j(t), t, j = \overline{1, 4}\}$ задает траекторию

обучения, персонализированную по каждому учащемуся, компонента $Y_j(t)$, которая соответствует j -му уровню задач.

Помимо этого имеет место так называемая эталонная траектория усвоения учебного материала студентами, отвечающая заданному стандарту обучения по дисциплине [3; 5]. В том случае, когда фактическая траектория усвоения не совпадает с эталонной, это означает, что учащийся не усваивает весь заданный объем учебной информации, и ему требуется соответствующая внешняя поддержка, представляющая собой индивидуальную корректировку процесса обучения.

Процедура определения внешней поддержки подробно изложена в [3], здесь приведем лишь конечный результат:

$$Z_j(t) = P_1 \int_0^T Y_j(t) dt + P_2 Y_j(t) + P_3 \int_0^T M_j(t) dt, \quad \left. \begin{matrix} j = \overline{1, 4}. \end{matrix} \right\} (3)$$

Полученное выражение определяет функцию внешней поддержки на интервале усвоения $[0, T]$ и показывает, какое число учебных элементов на данном интервале должно быть проработано с положительным результатом, чтобы реальная траектория усвоения учащегося совпадала с эталонной. Под влиянием внешней поддержки изменяется траектория усвоения учебного материала, которая приближается к эталонной.

Подобная технология вычисления внешней поддержки, основанная на мониторинге развития учебных способностей учащихся, и соответствующая этому мониторингу корректировка учебного процесса, персонализированная по каждому учащемуся, стала возможной благодаря разработанной структуризации учебного материала в виде познавательного-деятельностной матрицы учебного процесса.

Разработанная технология обучения объединяет в себе множество разнородных факторов, синергетическое моделирование и управление, которые стимулируют и повышают усвоение учебного материала студентами.

Литература

1. Громкова, М.Т. Психология и педагогика профессиональной деятельности: учеб. пособие для вузов / М.Т. Громкова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
2. Рябинова, Е.Н. Фактор памяти в процессе саморазвития учащихся / Е.Н. Рябинова, Б.А. Титов // Саморазвитие учащейся молодежи: сб. науч.-метод. работ. Самара: СИПК, 2000.
3. Рябинова, Е.Н. Феноменологическая модель усвоения учебного материала с учетом фактора мотивации / Е.Н. Рябинова, Б.А. Титов // Вестник СГАУ. Самара: Изд-во ИПУ СГАУ, 2006. № 1. С. 246–258.
4. Самарин, Ю.П. Активные методы изучения математики в вузе: учеб. пособие / Ю.П. Самарин, Е.Н. Рябинова. Куйбышев: Куйбыш. гос. ун-т, 1987.
5. Титов, Б.А. Инновационная индивидуально корректируемая технология обучения в области логистики / Б.А. Титов, Е.Н. Рябинова // Сборник науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. «Логистика и экономика ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности (12–15 сентября 2007 г.)». Саратов: СГТУ, 2007. Т. 2. С. 370–375.