

УДК 37.013.75

Рябинова Е.Н.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПЕРСОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: модель обучения, интерактивный алгоритм, индивидуально-корректируемая технология, высшая профессиональная школа.

Математическая модель процесса усвоения учебного материала, построенная для индивидуально-корректируемой технологии обучения [4], 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 студентами учебного материала, заранее структурированного по ключевым метрикам познавательной деятельности матрицы [5].

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.

Модель усвоения учебного материала представляет собой систему линейных дифференциальных уравнений двенадцатого порядка следующего вида [4]:

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

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:

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

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 [5]; коэффициенты k_1 и k_2 определяют соотношение между объемом учебной информации, подлежащей усвоению, и объемом мотивационной составляющей учебной информации.

Для построения математической модели усвоения учебного материала студентами необходимо путем валидного психологического тестирования определить для каждого учащегося отличие его персонального объема кратковременной памяти от предельно допустимого. Опосредованно это

отличие будет характеризовать несовершенство механизма памяти конкретного учащегося и, следовательно, будет определять вклад его памяти в процесс усвоения транслируемого учебного материала.

В современной психологии познавательных процессов для этой цели разработан целый ряд специальных тестов [3], суть которых сводится к различным методам определения объема кратковременной памяти. Одним из распространенных тестов этого плана является цифровой тест Джекобса, где испытуемому предъявляется последовательно несколько рядов случайных чисел; другим известным тестом является двойной тест Л.С. Мучника и В.М. Смирнова. Именно методы Джекобса, Л.С. Мучника и В.М. Смирнова, но в модифицированном виде мы использовали для учета фактора памяти с целью формирования коэффициентов модели усвоения учебного материала.

При этом отличие объема кратковременной памяти конкретного учащегося от предельно допустимого измеряется коэффициентом v_{ij} , где индекс i соответствует моменту квалиметрии t_i , $i = \overline{1, K}$, а индекс j отвечает уровню решаемых учебных задач в соответствии с предложенной в [5] структуризацией учебного материала ($j = \overline{1, 4}$). Таким образом, коэффициент определится следующим образом:

$$v_{ij} = \frac{V_{ij}}{V_j^{\max}} \quad (3)$$

Здесь V_{ij} – объем кратковременной памяти конкретного учащегося, измеренный в i -й момент времени и соответствующий j -му уровню решаемых задач; $V_j^{\max}$ – максимальное значение объема кратковременной памяти, соответствующее j -му уровню решаемых задач. Предельная длина ряда

предъявляемых символов в цифровых тестах Джекобса и Мучника–Смирнова, которые идентифицирует учащийся, является различной для разных уровней решаемых учебных задач.

В указанной связи примем следующие предельные длины ряда предъявляемых символов в цифровом тесте Джекобса, соответствующие четырем уровням решаемых учебных задач:

$$V_1^{\max} = 5, \quad V_2^{\max} = 6, \quad V_3^{\max} = 7, \quad V_4^{\max} = 8.$$

Выбор именно данных численных значений связан с тем, что представленная совокупность чисел содержит предел ряда запоминаемых символов по Дж. Миллеру, равный 7 ± 2 .

При тестировании учащихся по модифицированному методу Джекобса результаты определения коэффициента v_{ij} осредняются по всему ансамблю предъявляемых рядов случайных цифр

$$v_{ij}^A = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (v_{ij})_k, \quad (4)$$

где v_{ij}^A – результат осреднения коэффициента v_{ij} по методу Джекобса, а N – число предъявляемых рядов случайных цифр.

Аналогично при тестировании по модифицированному методу Л.С. Мучника и В.М. Смирнова результаты определения коэффициента v_{ij} подлежат осреднению:

$$v_{ij}^{MC} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (v_{ij})_k, \quad (5)$$

где M – число предъявляемых пар случайных чисел.

Итоговый результат определения коэффициента v_{ij} для конкретного тестируемого учащегося выбирается как среднее от полученных значений по (4) и (5):

$$v_{ij} = \frac{1}{2} (v_{ij}^A + v_{ij}^{MC}). \quad (6)$$

Из приведенных рассуждений следует, что коэффициент v_{ij} в реальном познавательном процессе для большинства тестируемых учащихся будет меньше единицы, хотя практически возможны случаи, когда $v_{ij} \equiv 1$ для отдельных особо одаренных, обладающих острой тренированной памятью учащихся.

Перейдем далее к рассмотрению второго фактора познавательного процесса, связанного с отвлечением учащихся от учебного процесса.

Отвлечение учащихся от учебного процесса связано с нарушением внимания, концентрации и избирательности по каким-либо внешним или внутренним причинам. Не вдаваясь в существо этих причин, отметим, что сам фактор нарушения внимания в познавательном процессе может приводить, как показывает педагогическая практика, к достаточно негативным последствиям, связанным с потерей части транслируемой учебной информации и, как следствие, потерей логики изложения учебного материала.

Для количественной оценки фактора отвлечения учащихся от учебного процесса будем использовать следующие психодиагностические методики [3]:

- тест Бурдона для исследования концентрации, устойчивости и распределения внимания и определения объема внимания (методика «корректирующая проба» – цифровой и буквенный варианты);
- тест Мюнстерберга для исследования избирательности и концентрации внимания.

В результате применения теста Бурдона определяется коэффициент относительного объема внимания

$$\alpha_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_j^{\max}}, \quad (7)$$

где S_{ij} – количество пропущенных символов (цифр или букв) в i -й момент

квалиметрии для j -того уровня решаемых учебных задач; $S_j^{\max}$ – максимальное количество заданных символов в стимульном материале для j -го уровня решаемых учебных задач.

Таким образом, $\alpha_{ij} \leq 1$.

Применение модифицированного теста Бурдона осуществляется на различных вариантах стимульного материала, как цифрового, так и буквенного, повышая тем самым надежность определения коэффициента относительного внимания. В этом случае

$$\alpha_{ij}^B = \frac{1}{P} \sum_{K=1}^P (\alpha_{ij})_K, \quad (8)$$

где α_{ij}^B – коэффициент относительного внимания по модифицированному тесту Бурдона, а P – число вариантов предъявляемого стимульного материала.

В результате применения теста Мюнстерберга также может быть определен коэффициент относительной потери избирательности внимания, которая неизбежно в учебном процессе приводит к утрате учащимся части транслируемой учебной информации.

Суть применения этого теста состоит в том, что в предъявляемом стимульном материале (цифровом или буквенном) тестируемый учащийся должен отыскать за заданное время экспозиции t_0 определенные сочетания цифр или букв. Применение теста Мюнстерберга для нескольких вариантов стимульного материала позволяет определить осредненное значение коэффициента относительного внимания в виде:

$$\alpha_{ij}^M = \frac{1}{L} \sum_{K=1}^L (\alpha_{ij})_K, \quad (9)$$

где α_{ij}^M – коэффициент относительного внимания по модифицированному тесту Мюнстерберга, а L – число

вариантов предъявляемого стимульного материала.

Итоговый результат определения коэффициента α_{ij} для конкретного тестируемого учащегося выбирается как среднее от полученных значений по (10) и (11):

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{2} (\alpha_{ij}^B + \alpha_{ij}^M). \quad (10)$$

Третий фактор познавательного процесса в приведенной выше классификации связан с тем, что часть утраченной по каким-либо причинам учебной информации может быть учащимся восстановлена за счет формирования умозаключений в соответствии с имеющимся индивидуальным уровнем логики мышления.

Умозаключения формируют, как правило, учащиеся, которые обладают относительно высокой степенью произвольного внимания, а также способностью к рациональному распределению внимания и его переключению.

В указанной связи в рамках построения модели усвоения учебного материала будем учитывать этот факт коэффициентом β_{ij} , идентификация которого так же, как вышеописанных коэффициентов γ_{ij} и α_{ij} , должна выполняться экспериментально в ходе психодиагностического тестирования. С этой целью в данном случае будем использовать методику «Расстановка чисел» для оценки произвольного внимания учащихся и тест «Распределение и переключение внимания» [3].

В результате применения теста «Расстановка чисел» с использованием нескольких вариантов стимульного материала вычисляется коэффициент оценки произвольного внимания

$$\beta_{ij}^R = \frac{1}{Q} \sum_{K=1}^Q (\beta_{ij})_K, \quad (11)$$

где $(\beta_{ij})_K$ – коэффициент оценки произвольного внимания, вычисленный в

i -й момент квалитметрии для j -го уровня учебных задач и при использовании K -го варианта стимульного материала; а Q – число вариантов предъявляемого стимульного материала.

В результате применения методики оценки распределения и переключения внимания также определяется коэффициент оценки произвольного внимания в виде:

$$\beta_{ij}^W = \frac{1}{R} \sum_{K=1}^R (\beta_{ij})_K, \quad (12)$$

где R – число вариантов предъявляемого стимульного материала в данном тесте.

Итоговый результат определения коэффициента β_{ij} для конкретного тестируемого учащегося выбирается как среднее от полученных значений (11) и (12):

$$\beta_{ij} = \frac{1}{2} (\beta_{ij}^R + \beta_{ij}^W). \quad (13)$$

Проведенные эксперименты показали, что теоретические рассуждения и приведенные выше формулы хорошо согласуются с практическими выводами. Это позволяет утверждать, что используемый диагностический инструментарий валиден и может быть использован для определения коэффициентов персональной модели обучения.

Интерактивный алгоритм использования инновационной индивидуально-корректируемой технологии [4; 5] содержит 11 основных этапов, взаимосвязанных общей технологической направленностью.

На первом этапе алгоритма выполняется регистрация учащегося в информационно-обучающей системе (ИОС) ИКТ PROF.

Далее управление передается на второй этап, где выполняется первоначальное тестирование учащихся и вычисление коэффициентов персонифи-

цированных моделей по каждому из четырех уровней сложности решаемых задач ($j=1, 4$). На этом этапе на монитор компьютера последовательно вызываются подпрограммы GEKOBС-M, OPMS-M, MUNSTER, BURDON, WNIMANIE, RAST, KETTEL, BURDON-2 для проведения соответствующего психолого-деятельностного тестирования. Каждая из перечисленных выше подпрограмм работает по своему алгоритму и автономно вычисляет коэффициенты персонифицированных моделей усвоения, которые затем поступают в базу данных учащихся.

На третьем этапе выполняется формирование персонифицированных моделей учащегося для четырех уровней сложности учебных задач ($j=1, 4$). Кроме этого здесь же задается соотношение между объемами инвариантного ядра учебной информации и ее мотивационной составляющей.

Четвертый этап проверяет правильность заполнения коэффициентов всех четырех типов моделей. На пятом этапе вычисляются прогнозируемые траектории усвоения учебного материала студентом также по четырем уровням сложности решаемых учебных задач. На шестом этапе выполняется мониторинг усвоения учебного материала студентом по изучаемой дисциплине. Этот мониторинг проводится по четным неделям семестра. В процессе этой работы учащемуся информационно-обучающая система согласно индексу j решаемых задач выдает из базы знаний необходимое количество задач, которые подлежат решению. На решение каждой задачи отводится определенное фиксированное время. Результаты работы учащегося: количество успешно усвоенных учебных элементов и их идентификация в рамках познавательно-деятельностной

матрицы и то же самое для неувоенных элементов – поступают в базу данных учащихся и используются далее для формирования протокола мониторинга знаний и определения фактической оценки успеваемости.

Седьмой этап представляет собой анализ способностей учащегося на предмет корректировки его персонализированной модели усвоения.

В принципе корректировка моделей может и не выполняться, если следовать мнению о том, что интеллектуальный рост учащихся происходит осредненно по учебному потоку достаточно медленно. Безусловно, всегда есть учащиеся, которые опережают учебную программу по своим врожденным способностям, условиям жизни, более комфортным, чем у остальных учащихся, и целому ряду других факторов. Уровень усвоения учебного материала у таких учащихся может быть очень высоким. Однако основная масса учащихся все-таки, как показывает педагогическая практика, демонстрирует весьма малое приращение величины интеллекта, а значит, и соответствующих психолого-познавательных параметров, влияющих на коэффициенты персонализированных моделей усвоения учебного материала студентами. Отсюда следует, что корректировка моделей не является необходимым фактором успешного продвижения учащегося по ступеням «учебой лестницы». В этом случае управление в ИОС передается на этап 9, где происходит вычисление внешней поддержки познавательной деятельности студента.

Этап десятый структурной схемы ИОС IKT PROF отвечает за регистрацию фактического использования учащимися внешней поддержки. Точнее, на этом этапе регистрируется, сколько учащимся было усвоено учебного материала

из массива задач вычисленной персонализированной внешней поддержки. Эта информация записывается в базу данных учащихся. И здесь же на десятом этапе вычисляются фактические траектории усвоения учебного материала студентом за предыдущие две недели учебного процесса. Результаты этих вычислений также засылаются в базу данных учащихся для формирования итогового протокола по учащемуся, группе учащихся или по потоку студентов в целом.

Заключительный одиннадцатый этап определяет подготовку и печать итогового протокола на данный момент квалитметрии или на любой заданный временной интервал.

На печать выводятся входные данные учащегося, результаты психологического предварительного тестирования, коэффициенты персонализированных моделей усвоения знаний по четырем уровням сложности решаемых задач, прогнозируемые и фактические траектории усвоения учебного материала и массив внешней поддержки познавательной деятельности студента (рекомендуемые массивы задач, распределенные по каждой паре недель учебного семестра).

Применение информационных технологий оказывает значительное влияние на профессионально-личностное саморазвитие будущих специалистов [2]. При этом качество обучения зависит от уровня ответственности студентов за процесс учения и его результат, который формируется в процессе самостоятельной деятельности [1]. Проведенная апробация разработанного алгоритма показала его высокую эффективность и действенность предлагаемой технологии обучения.

Литература

1. *Королькова, В.С.* Воспитание ответственности студентов за качество учения / В.С. Королькова //

- Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2008. № 9.
2. Кузнецова, И.В. Некоторые методические аспекты применения информационных технологий в алгебраической подготовке студентов в системе высшего профессионального образования / И.В. Кузнецова // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2008. № 9.
 3. Психологические тесты: в 2 т. / под ред. А.А. Карелина. М.: ВЛАДОС, 2005. Т. 2.
 4. Рябинова, Е.Н. Разработка и реализация индивидуально корректируемой технологии профессионального обучения / Е.Н. Рябинова. Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2008.
 5. Рябинова, Е.Н. Формирование познавательной деятельности матрицы усвоения учебного материала в высшей профессиональной школе / Е.Н. Рябинова. Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2008.

Продолжение в № 5, 2009,
статья Е.Н. Рябиновой «Технология обучения
на основе синергетического подхода».