УДК 37.013.75

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

© 2011 Б. А. Титов[1], Е. Н. Рябинова[2]

[1]Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

[2]Самарский государственный технический университет

Приводятся результаты разработки математической модели усвоения учебного материала, основанной на непрерывном мониторинге развития учебных способностей учащихся и соответствующей корректировке учебного процесса по определенным, заранее структурированным его составляющим. Модель усвоения представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений двенадцатого порядка, записанную относительно функций усвоения и так называемых мотивационных составляющих учебной информации.

Математическая модель, индивидуально-корректируемая технология, высшая профессиональная школа.

Для построения математической модели усвоения учебного материала с учетом основных предположений о характере процесса усвоения введем следующие обозначения: $\Delta Y_j(t)$ - объем усвоенной учебной информации за заданный промежуток времени Δt, измеряемый от момента начала трансляции учебного материала учащимся до момента квалиметрии; $\Delta Z_j(t)$ - объем транслируемой учебной информации за тот же промежуток времени Δt; $\Delta M_j(t)$ - объем мотивационной составляющей учебной информации.

Перечисленные выше величины определяются для j-го уровня учебных задач $\left(j=\overline{1,4}\right)$ в соответствии со структуризацией учебного материала, предложенной в [1].

С учетом введенных обозначений уравнения в конечных разностях баланса информации в дидактической системе для заданного промежутка времени Δt будут иметь вид:

$$\left.\begin{aligned}
&\Delta Y_j(t)=k_1\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]\Delta Z_j(t)-\\
&-\nu_{ij}qY_j(t)\Delta t+\nu_{ij}qM_j(t)\Delta t,\\
&\Delta M_j(t)=k_2\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]\Delta Z_j(t)-\\
&-\eta_{ij}qM_j(t)\Delta t,\\
&k_1+k_2=1;\quad i=\overline{1,N};\quad j=\overline{1,4}.
\end{aligned}\right\}\qquad(1)$$

Здесь коэффициенты α_{ij}, β_{ij}, γ_j характеризуют соответственно объем теряемой учебной информации за счет нарушения концентрации, устойчивости и распределения внимания, а также прирост объема учебной информации за счет формирования умозаключений и самоорганизации, порождающей самостоятельную учебную деятельность; коэффициенты ν_{ij} и η_{ij} характеризуют потери объемов учебной информации и ее мотивационной составляющей, вызванные несовершенством механизма человеческой памяти; коэффициенты α_{ij}, β_{ij}, γ_{ij}, η_{ij} определяются для i-го момента квалиметрии $\left(i=\overline{1,N}\right)$ и j-го уровня решаемых учебных задач $\left(j=\overline{1,4}\right)$; а коэффициент γ_j определяется только для каждого j-го уровня решаемых учебных задач. Коэффициенты k_1 и k_2 определяют соотношение между объемом инвариантного ядра учебной информации, подлежащей усвоению из учебного курса в целом, и объемом мотивационной составляющей учебной информации. Коэффициент q является согласующим коэффициентом между моделью и данными тестирования учащихся.

Таким образом, первое слагаемое в правой части первого уравнения (1) представляет собой ту часть транслируемой учебной информации, которая может быть усвоена; второе слагаемое определяет потери информации, обусловленные несовершенством механизма памяти, т.е. забыванием, а третье слагаемое – пополнение учебной информации за счет мотивационной составляющей. В правой части второго уравнения в (1) первое слагаемое – мотивационная составляющая транслируемой учебной информации, а второе слагаемое –

ее потери, вызванные несовершенством механизма памяти.

Разделим левую и правую части первого уравнения из (1) на $\nu_{ij} q \Delta t$, а второго уравнения – на $\eta_{ij} q \Delta t$ и перейдем к пределу при $\Delta t \to 0$; в результате получим:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{\nu_{ij} q}\frac{dY_j(t)}{dt}+Y_j(t)= \\ &=k_1\frac{\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]}{\nu_{ij} q}\frac{dZ_j(t)}{dt}+M_j(t), \\ &\frac{1}{\eta_{ij} q}\frac{dM_j(t)}{dt}+M_j(t)= \\ &=k_2\frac{\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]}{\eta_{ij} q}\frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ &i=\overline{1,N};\quad j=\overline{1,4}. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Далее введем новые обозначения:

$$\begin{gathered} \frac{1}{\nu_{ij} q}=2T_{ij}\zeta_{ij};\quad \frac{1}{\eta_{ij} q}=2T_{M_{ij}}; \\ k_1\frac{\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]}{\nu_{ij} q}=k_{ij}; \\ k_2\frac{\left[1-(\alpha-\beta)_{ij}+\gamma_j\right]}{\eta_{ij} q}=k_{ij}^M, \end{gathered} \tag{3}$$

где T_{ij} и $T_{M_{ij}}$ - постоянные времени процессов усвоения учебного материала инвариантного ядра учебной информации и её мотивационной составляющей;

ζ_{ij} - так называемый декремент колебаний.

В результате (2) перепишется в виде:

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

Рассмотрим далее структуру решения системы (4). Для этого первое уравнение разделим почленно на $2\cdot T_{ij}\zeta_{ij}$, а второе соответственно на $2\cdot T_{M_{ij}}$. В результате получим:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{dY_j(t)}{dt}+\frac{1}{2T_{ij}\zeta_{ij}}Y_j(t)= \\ &=\frac{k_{ij}}{2T_{ij}\zeta_{ij}}\frac{dZ_j(t)}{dt}+\frac{1}{2T_{ij}\zeta_{ij}}M_j(t), \\ &\frac{dM_j(t)}{dt}+\frac{1}{2T_{M_{ij}}}M_j(t)= \\ &=\frac{k_{ij}^M}{2T_{M_{ij}}}\frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ &i=\overline{1,N};\quad j=\overline{1,4}. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Затем для простоты дальнейшего изложения в уравнениях (5) при переменных $Y_j(t)$, $M_j(t)$, $Z_j(t)$ опустим индекс *j*, скорость трансляции учебного материала будем считать постоянной, то есть

$$\frac{dZ_j(t)}{dt}=C_j=\text{const},$$

и введем новые обозначения для постоянных коэффициентов:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{2T_{ij}\zeta_{ij}}=P_1;\quad \frac{k_{ij}}{2T_{ij}\zeta_{ij}}C_j=Q_1; \\ &\frac{1}{2T_{M_{ij}}}=P_2;\quad \frac{k_{ij}^M}{2T_{M_{ij}}}C_j=Q_2. \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

В результате система (5) приобретает следующий вид:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{dY(t)}{dt}+P_1Y(t)=Q_1+P_1M(t), \\ &\frac{dM(t)}{dt}+P_2M(t)=Q_2. \end{aligned}\right\}. \tag{7}$$

Полученная система имеет следующие начальные условия: при $t=0$, $Y(0)=0$, $M(0)=0$, что означает, что в начальный момент трансляции учебного материала усвоение основной части курса и его мотивационной составляющей равно нулю.

Система (7) при заданных начальных условиях имеет следующее общее решение:

$$\begin{aligned} Y(t)=&\left[\frac{Q_1}{P_1}+\frac{Q_2}{P_2}-\frac{P_1}{P_2}\frac{Q_2}{(P_1-P_2)}\right]\left(1-e^{-P_1t}\right)+ \\ &+\frac{P_1}{P_2}\frac{Q_2}{(P_1-P_2)}\left(1-e^{-P_2t}\right); \end{aligned} \tag{8}$$

при этом мотивационная составляющая информации усвоения как функция времени определяется следующим соотношением:

$$M(t)=\frac{Q_2}{P_2}\left(1-e^{-P_2 t}\right). \qquad (9)$$

Подстановка в (8) и (9) соотношений (6) дает выражения $Y(t)$ и $M(t)$ через исходные параметры

$$\left.\begin{aligned} Y(t)=&C_j\left(k_{ij}+k_{ij}^M-\frac{k_{ij}^M T_{M_{ij}}}{T_{M_{ij}}+T_{ij}\zeta_{ij}}\right)\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{2T_{ij}\zeta_{ij}}}\right)+\\ &+C_j\frac{k_{ij}^M T_{M_{ij}}}{T_{M_{ij}}+T_{ij}\zeta_{ij}}\left(1-e^{-\frac{t}{2T_{M_{ij}}}}\right);\\ M(t)=&C_j k_{ij}^M\left(1-e^{-\frac{t}{2T_{M_{ij}}}}\right). \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Таким образом, процесс усвоения, определяемый в начальном приближении системой уравнений (7), имеет своим решением сумму возрастающих экспонент, выраженных первым соотношением из (10).

Проанализируем асимптотические свойства этого решения.

При $t\to\infty$ из первого соотношения (10) получаем $\lim\limits_{t\to\infty} Y(t)=C_j\left(k_{ij}+k_{ij}^M\right)$.

Отсюда следует, что асимптотическое значение $Y(t)$ складывается из двух слагаемых: асимптотического значения усвоенной учебной информации и асимптотического значения мотивационной составляющей учебной информации. Используя этот вывод, можно графически изобразить траекторию усвоения, моделируемую системой (2), или, что то же самое, системой (7) (рис. 1).

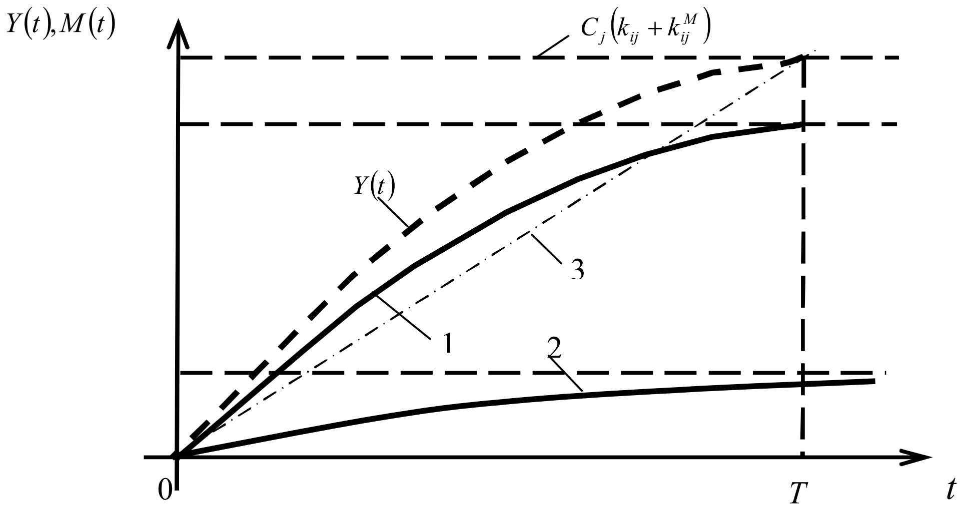

Рис. 1. Траектория усвоения учебной информации, моделируемая системой (2); 1 - первая экспонента из (8); 2 - вторая экспонента из (8); 3 – традиционная схема усвоения

Анализ рис. 1 показывает, что учет основных свойств процесса усвоения, таких как память, внимание, переключение внимания, формирование умозаключений и самоорганизация, порождающая самостоятельную учебную деятельность, моделируемых системой (2), приводит к нелинейному (экспоненциальному) характеру усвоения учебного материала. Причем характер усвоения в этой модели прослеживается с наличием участка выхода процесса на насыщение, определяемое приближением траектории $Y(t)$ к асимптотическому значению $C_j\left(k_{ij}+k_{ij}^M\right)$, которое, в свою очередь определяется исходными параметрами процесса:

$\alpha_{ij},\ \beta_{ij},\ \gamma_{ij},\ \nu_{ij},\ \eta_{ij},\ k_1,\ k_2$.

Такое представление процесса усвоения отличается существенно от традиционного (прямая 3 на рис. 1). В традиционной схеме усвоения приращение $\Delta Y(t)$ усвоенной информации за каждый равный промежуток времени Δt постоянно и не меняется с течением времени. Подобная модель усвоения не учитывает явления насыщения, когда по причинам психологического и физиологического характера в конце учебного периода (часа, месяца или семестра) неизбежно наблюдается замедление процесса усвоения, появляется ряд ошибочных действий в усвоении, накапливается общая усталость и утомляемость человеческого организма.

Поэтому считать, что усвоение учебного материала пропорционально времени, на наш взгляд, является ошибочным и приводит к неверной трактовке всего дидактического процесса.

Далее учтем в полученной модели усвоения (5) еще один важный аспект любого дидактического процесса, а именно, его инерционность. Для этого введем в первое уравнение (5) так называемый инерционный член, пропорциональный второй производной от функции усвоения $K \cdot \left(d^2 Y_j(t) / dt \right)$, где K – коэффициент пропорциональности.

В результате первое уравнение из (5) примет вид:

$$K \frac{d^2 Y_j(t)}{dt^2} + 2T_{ij}\zeta_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) = = k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t).$$

Если положить правую часть этого уравнения равной константе, то полученное дифференциальное уравнение будет описывать в общем виде так называемое колебательное звено [2].

Однако в случае описания процесса усвоения учебного материала студентами в качестве модели процесса должно выступать не колебательное звено, а апериодическое инерционное звено второго порядка с передаточной функцией следующего вида:

$$W(S) = \frac{k}{T_2^2 S^2 + T_1 S + 1} = \frac{k}{(T_3 S + 1)(T_3 S + 1)},$$

где постоянные времени T_1 и T_2 подчиняются соотношению

$$T_1 \geq 2T_2,$$

а постоянные времени T_3 и T_4 определяются из выражения [5]:

$$T_{3,4} = \frac{1}{2}\left(T_1 \pm \sqrt{T_1^2 - 4T_2^2} \right).$$

Условие $T_1 \geq 2T_2$ гарантирует у характеристического полинома исходного дифференциального уравнения наличие разных или равных вещественных корней, что и обеспечивает апериодичность рассматриваемого процесса усвоения учебного материала.

Учитывая это условие, а также тот факт, что для апериодического процесса декремент колебаний ζ_{ij} должен быть тождественно равен единице, зададим коэффициент пропорциональности K при второй производной функции усвоения в виде:

$$K = T_{ij}^2.$$

В результате вместо (5) следует рассматривать систему вида:

$$\left.\begin{aligned} & T_{ij}^2 \frac{d^2 Y_j(t)}{dt^2} + 2T_{ij}\zeta_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) = \\ & = k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t), \\ & 2T_{M_{ij}} \frac{dM_j(t)}{dt} + M_j(t) = k_{ij}^M \frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ & i = \overline{1, N}; \quad j = \overline{1,4}. \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

Первое уравнение в этой системе определяет нарастание объема усвоенной учебной информации в зависимости от скорости трансляции $dZ_j(t)/dt$ учебного материала и мотивационной составляющей $M_j(t)$, а второе уравнение определяет нарастание объема усвоенной мотивационной составляющей только в зависимости от скорости трансляции. Производная $dZ_j(t)/dt$ здесь выступает в роли управляющей переменной; если каким-либо способом эта величина может быть задана через переменные $Y_j(t)$, $dY_j(t)/dt$, $M_j(t)$, то система (11) становится замкнутой и совместной и может быть проинтегрирована при заданных начальных условиях.

Отметим еще один важный аспект модели усвоения (11). Перепишем первое уравнение (11) в следующем виде:

$$T_{ij}^2 \frac{d^2 Y_j(t)}{dt^2} = -2T_{ij}\zeta_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} - Y_j(t) + + k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t).$$

В этой форме моделируемый процесс усвоения учебного материала студентами является вполне идентичным любому физическому процессу, обладающему инерционностью и демпфированием собственных колебаний.

В частности, если проводить аналогии между процессом усвоения и процессом движения, например твердых тел (поступательным и вращательным), то в случае поступательного движения коэффициент ${T_{ij}}^2$ будет представлять аналог массы движущегося тела, которая является мерой инерции этого тела. В случае вращательного движения коэффициент ${T_{ij}}^2$ будет аналогичен моменту инерции вращающегося твердого тела.

При этом второе слагаемое в первом уравнении (11) представляет собой аналог демпфирующего члена при рассмотрении движения твердого тела, поскольку он представляет собой демпфирующую «силу», пропорциональную первой производной от функции усвоения учебного материала.

Таким образом, приведенные рассуждения со всей очевидностью показывают на наличие аналогии между дидактическими процессами и процессами иной физической природы.

Рассмотрим далее систему (11) с информационной точки зрения.

Три потока информации, циркулирующие в системе (11), - усваиваемая $Y_j(t)$, транслируемая $Z_j(t)$ и мотивационная $M_j(t)$ - находятся в определенном балансе и определяют суть процесса усвоения в дидактической системе.

Особо следует оговорить выделение из общего объема транслируемой учебной информации так называемой мотивационной составляющей. На основе современных представлений [2] «под мотивацией следует понимать генетическое стремление человека к самореализации в определенных видах деятельности в соответствии с его врожденными задатками - способностями». Это активное и устойчивое стремление реализуется в конкретные достижения только тогда, когда создаются необходимые для этого условия. В этой связи будем считать, что весь объем учебной информации, транслируемой учащимся, должен содержать информацию, способствующую развитию генетического стремления человека к обучению по данной дисциплине. Эта информация может быть различного характера: специально подобранный лекционный материал, практические или лабораторные занятия, специально разработанные тестовые задачи и т.п. Важно также отметить, что мотивационная составляющая учебной информации должна быть величиной измеримой, исчисляемой количеством учебных элементов.

Полученную систему уравнений (11) назовем феноменологической моделью учебного процесса, поскольку она, с нашей точки зрения, описывает прежде всего психологический феномен усвоения учебного материала учащимися.

Рассмотрим собственные свойства системы (11), положив вместо управляющей функции $dZ_j(t)/dt$ функцию Хевисайда $hev(t)$. Кроме того, будем рассматривать только апериодические решения системы (11), и для этого случая декремент колебаний $\zeta \equiv 1$. Апериодичность усвоения учебного материала студентами вытекает из наблюдаемой траектории самого познавательного процесса, хотя безусловно могут быть при определенных условиях и колебательные процессы усвоения знаний. И в этой связи необходимо отметить, что в настоящем исследовании здесь и далее будут рассматриваться только апериодические процессы усвоения учебной дисциплины.

Таким образом, при сделанных выше замечаниях общее решение системы (11) будет иметь следующий вид:

$$Y_j(t) = (C_1 + C_2 t)e^{-\frac{t}{T_{ij}}} + \\ + k_{ij} + k_{ij}^M \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{T_{ij}}{2T_{M_{ij}}}\right)^2 - \frac{T_{ij}}{T_{M_{ij}}} + 1} e^{-\frac{t}{2T_{M_{ij}}}} \right], \quad (12)$$

где C_1 и C_2 - произвольные постоянные интегрирования, определяемые через начальные условия при $t = 0$, $Y_j(0) = 0$, $dY_j(0)/dt = 0$. Вычисление C_1 и C_2 приводит к следующим выражениям:

$$C_1 = -k_{ij} - k_{ij}^M \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{T_{ij}}{2T_{M_{ij}}}\right)^2 - \frac{T_{ij}}{T_{M_{ij}}} + 1} \right];$$

$$C_2 = -\frac{\left(k_{ij}+k_{ij}^M\right)}{T_{ij}} +$$

$$+k_{ij}^M\left(\frac{1}{T_{ij}}-\frac{1}{2T_{M_{ij}}}\right)\frac{1}{\left(\frac{T_{ij}}{2T_{M_{ij}}}\right)^2-\frac{T_{ij}}{T_{M_{ij}}}+1}.$$

Можно показать, что при $t \to \infty$

$$\lim_{t\to\infty} Y_j(t) = k_{ij}+k_{ij}^M .$$

Поэтому для дальнейшего решения (12) целесообразно представить в безразмерной форме, в долях единицы, где за единицу принимается нормированный объем полной учебной информации, подлежащий изучению в течение учебного семестра. С этой целью введем в рассмотрение безразмерную переменную

$$\overline{Y}_j(t) = \frac{Y_j(t)}{k_{ij}+k_{ij}^M}, \tag{13}$$

$$i=\overline{1,N}; \quad j=\overline{1,4},$$

где в числителе этого отношения стоит величина усваиваемой учебной информации, а в знаменателе – ее асимптотическое значение, получаемое при $t \to \infty$.

Таким образом, теоретически в пределе при $t \to \infty$ это отношение стремится к единице.

С учетом (13) решение (12) может быть проиллюстрировано графиком (рис. 2), где по оси абсцисс отмечено время обучения, измеряемое в условных единицах времени (в данном случае в неделях), а по оси ординат – число нормированных усвоенных учебных элементов, представленное в долях единицы.

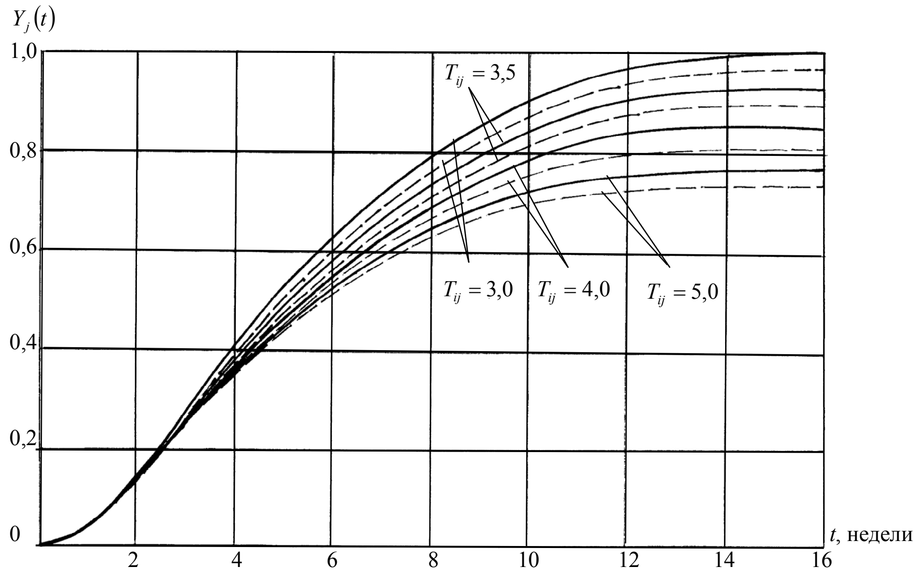

Рис. 2. Зависимость функции усвоения от времени для различных значений постоянной времени T_{ij} [ед. времени]; пунктиром изображены кривые без учета мотивационной составляющей

Отсюда следует, что произведение

$$\overline{Y}_j(T) * (1 \quad неделя) = J$$

представляет собой суммарное число нормированных учебных элементов, которые подлежат усвоению в течение, например, семестра в соответствии с имеющимся стандартом обучения по данной дисциплине.

Таким образом, верхняя кривая на рис. 2, построенная при $T_{ij}=3.0$, является эталонной траекторией. Кривые, соответствующие постоянным времени $T_{ij}=3.5$; 4.0; 5.0, отражают процесс усвоения, отличный от эталонного.

Для дальнейшего важным является вопрос о том, какому числу учебных элементов конкретной учебной дисциплины соответствует значение $\overline{Y}_j(T)$?

При этом остальные параметры системы (11) приняты следующими: $\xi_{ij}=1$; $k_{ij}=1.0$ [нормированные учебные элементы]; $k_{ij}^M = 0.05$ [нормированные учебные элементы]; $T_M = 10.0$ [ед. времени].

Рассмотрим с этой целью, например, курс линейной алгебры в высшем учебном заведении, где в соответствии с существующим ныне Государственным стандартом общее число учебных элементов, согласно предложенной структуризации, по всем четырем уровням сложности учебных задач составляет 1320 единиц. Из них 456 элементов соответствуют заданиям I уровня; 496 - II уровня; 288 - III уровня и 80 - IV уровня.

Курс дифференциального исчисления содержит в общей сложности 1680 учебных элементов; курс интегрального исчисления – 1720 учебных элементов.

Библиографический список

1. Рябинова, Е.Н. Построение познавательно-деятельностной матрицы учебного процесса [Текст] / Е.Н. Рябинова, Б.А. Титов // Вестник СГАУ – Самара: 2004. -№1(5).
2. Рябинова, Е.Н. Феноменологическая модель усвоения учебного материала с учетом фактора мотивации [Текст] / Е.Н. Рябинова, Б.А. Титов // Вестник СГАУ – Самара: 2006. - №1.

MATHEMATICAL MODEL OF MASTERING EDUCATIONAL INFORMATION OF THE ACADEMIC PROCESS

© 2011 B. A. Titov[1], E. N. Ryabinova[2]

[1]Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)
[2]Samara State Technical University

The article gives the results of working out the mathematical model of mastering the educational material based on continuous monitoring of developments of learning abilities of students and corresponding adjustment of process of education by definite, structured in advance its component parts. The model of mastering presents the system of ordinary differential equations of the twelfth noted concerning functions of mastering and so called motivational components of educational information.

Mathematical model, individual-corrected technology, higher professional school.

Информация об авторах

Титов Борис Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации и управления перевозками на транспорте Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Тел.: 9-927-698-61-86. E-mail: proftitov@mail.ru . Область научных интересов: педагогика и управление движением ракетно-космических систем.

Рябинова Елена Николаевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры высшей математики и прикладной информатики, Самарский государственный технический университет. Тел.: 8-927-263-51-90. E-mail: eryabinova@mail.ru. Область научных интересов: педагогика.

Titov Boris Alexandrovich, Doktor of Technical Sciences, professor, Head of the Chair Organization and Controlling over of instant on transport, Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolyov (National Research University). Phone: 8927-698-61-86. E-mail: proftitov@mail.ru. Area of research: Pedagogy, space rocket systems dynamics and control.

Ryabinova Elena Nikolaevna, Doktor of Pedagogical Sciences, professor of the Chair of Higher Mathematics and Applied Computer Science, Samara State Technical University. Phone: 8927-263-51-90. E-mail: eryabinova@mail.ru. Area of research: Pedagogy.