

**№ 5 май 2017**

# **Инновации в образовании**

# ИННОВАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ

№ 5, 2017

## Председатель редакционного совета

**Шадриков В.Д.,**  
доктор психологических наук, профессор, академик  
РАО

## Редакционный совет

**Адамский А.И.,**  
кандидат педагогических наук, научный руководи-  
тель института проблем образовательной политики  
«Эврика»

**Волов В.Т.,**  
член-корреспондент ГАН РАО, доктор педагогичес-  
ких наук, профессор, заведующий кафедрой «Физи-  
ка и экологическая теплофизика» Самарского госу-  
дарственного университета путей сообщения

**Дмитриев А.В.,**  
доктор философских наук, профессор,  
член-корреспондент РАН, руководитель Центра  
конфликтологии РАН

**Колмогоров В.П.,**  
кандидат экономических наук, почетный профессор  
Московской международной высшей школы бизне-  
са «МИРБИС» (Институт), академик Международ-  
ной академии информатизации, академик Между-  
народной транспортной академии

**Лямзин М.С.,**  
доктор педагогических наук, профессор, профессор  
кафедры психологии и педагогической антрополо-  
гии ФГБОУ ВО «Московский государственный лин-  
гвистический университет»

**Мясников В.А.,**  
доктор педагогических наук, профессор, действитель-  
ный член (академик) РАО, главный научный со-  
трудник Центра педагогической компаративистики  
ФГБНУ «Институт стратегии развития образования  
РАО»

**Селиванова Н.Л.,**  
член-корреспондент РАО, доктор педагогических  
наук, профессор, заведующая Центром стратегии  
и теории воспитания личности ФГБНУ «Институт  
стратегии развития образования РАО»

**Сыромятников И.В.,**  
доктор психологических наук, профессор, действитель-  
ный член Академии военных наук РФ – главный  
редактор

**Тихонов А.Н.,**  
доктор технических наук, профессор, научный ру-  
ководитель, директор МИЭМ НИУ ВШЭ

**Шабанов А.Г.,**  
доктор педагогических наук, директор НП «Сибирс-  
кий институт интеллектуальной собственности»

**Шихнабиева Т.Ш.,**  
доктор педагогических наук, доцент, главный науч-  
ный сотрудник, Федеральное государственное науч-  
ное учреждение «Институт информатизации обра-  
зования» Российской академии образования

*Журнал  
зарегистрирован  
в Государственном  
комитете Российской  
Федерации по печати  
10 июля 2000 года,  
регистрационный  
№ ПИ 77-3686*

*Выходит 12 раз в год. Распространяется  
в Российской Федерации*

*Адрес редакции:  
109029, Москва,  
ул. Нижегородская, 32, корп. 5, к. 205  
Тел./факс:  
(495) 926-83-08  
(доб. 43-69)  
E-mail:  
exp@tih.ru*

*Журнал включен ВАК Минобробразования  
и науки РФ в перечень ведущих  
рецензируемых научных журналов  
и изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные  
научные результаты диссертаций  
на соискание ученых степеней  
кандидата и доктора наук.  
Рекомендован экспертным советом  
по педагогике*

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

*КОРЧАГИН Е.А., САФИН Р.С., ТУЮШЕВА А.И.*

Взаимодействие педагогического и производственного процессов как основа внутрифирменного обучения персонала ..... 5

*КРАЙНЕВА С.В.*

Методические подходы к разработке фонда оценочных средств сформированности компетенций у бакалавров..... 17

*МИХАЙЛОВ И.Л., ИЛЬИНА Н.Ф.*

Организационно-педагогические условия подготовки солдат запаса в гражданских вузах..... 29

*РЫЖКОВА И.В.*

Отражение идей интернационализации в федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего и высшего образования ..... 42

*СКИБИЦКИЙ Э.Г., ХОЛИНА Л.И.*

Подготовка педагогов военных образовательных организаций к преподавательской деятельности и её дидактическое обеспечение ..... 56

*ТИТОВА О.А.*

Модель обучения игре на фортепиано студентов немзыкальных специальностей на факультетах социально-культурной деятельности в вузах искусств и культуры ..... 67

*ШАЛОВА С.Ю.*

Теоретические основы проектирования инновационных технологий психолого-педагогического образования ..... 83

### ОТКРЫТЫЙ УРОК

*БОРОДИНА О.В., ЛИПАТОВ А.В.*

Технология «деловой игры» для организации самостоятельной работы студентов (на примере международного гуманитарного права) ..... 95

### ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

*АЛЕКСЕЕВ Д.Е.*

Психологические условия обеспечения психофизического благополучия сотрудника ДПС ..... 104

*АЛИМБЕКОВ С.Ш.*

Религиозный фактор и его влияние на боевую готовность воинских частей национальной гвардии Республики Казахстан ... 119

*ЖУК Л.В.*

Диагностика уровня активности мыслительной деятельности будущих бакалавров педагогического образования в области геометрии..... 124

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

*АХМЕТОВА С.Г.*

Новые подходы к обучению персонала в цифровую эпоху ..... 134

*МАЙЕР Р.В.*

Закономерности усвоения, забывания и имитационное моделирование обучения..... 145

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ**

*АРЕФЬЕВ И.П.*

Ноосферное воспитание учащихся в современном технологическом образовании..... 153

**Р.В. Майер**, доктор педагогических наук,  
доцент

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ УСВОЕНИЯ, ЗАБЫВАНИЯ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

*Рассмотрена проблема соответствия математической модели обучения закономерностям усвоения и забывания. Обсуждаются: 1) непрерывно-детерминированная модель обучения, основанная на решении системы дифференциальных уравнений; 2) стохастическая модель усвоения совокупности элементов учебного материала с изменяющимся коэффициентом забывания. Впервые представлена обобщенная многокомпонентная модель обучения, в которой усвоенные учеником знания подразделяются на 15 категорий, отличающихся скоростью забывания.*

**Ключевые слова:** *дидактика, дидактическая система, забывание, информационно-кибернетический подход, компьютерное моделирование, обучение.*

#### Введение

Обучение связано с восприятием сообщаемой информации, ее запоминанием, усвоением и забыванием [1]. Изучением закономерностей этих процессов занимается экспериментальная психология [2]. Одной из фундаментальных работ в этой области является исследование Эббингауза (1885), занимавшегося изучением «чистой» памяти — то есть запоминания без участия процессов мышления. Им использовался метод заучивания бессмысленных слогов, «не вызывающих никаких смысловых ассоциаций». Оказалось, что забывание происходит неравномерно (рис. 1.1). Сразу после окончания обучения объем удерживаемой в памяти информации быстро уменьшается и примерно через 8–9 часов составляет около половины от усвоенного материала. Постепенно скорость забывания уменьшается, в памяти испытуемого остается часть усвоенной информации. Это, видимо, объясняется тем, что для некоторых слогов все-таки были установлены ассоциативные связи. Получающаяся кривая забывания (рис. 1.1) плохо аппроксимируется экспоненциальной зависимостью  $Z = Z_0 \exp(-\gamma \cdot t)$

, так как при достаточно больших  $t$  испытуемый помнит какое-то количество усвоенной информации. В статье [4, с. 147–152] обсуждается другое уравнение для кривой Эббингауза:  $b(t) = 100 / ((\log t)^c + k)$ , где  $b$  – доля информации, удерживаемой в памяти человека, в процентах.

Знания, приобретаемые во время обучения, не являются бессмысленной информацией; они состоят из элементов, многие из которых легко связываются логическими и иными связями с уже имеющимися знаниями. Поэтому кривая Эббингауза имеет весьма далекое отношение к обучению. По мнению С.Л. Рубинштейна, забывание осмысленного материала подчиняется иным закономерностям и происходит значительно медленнее [2]. Н.А. Рыбников экспериментально установил, что осмысленное запоминание имеет более высокую полноту, скорость, точность, прочность и в среднем в 22 раза успешнее механического [2]. Эббингауз заучивал текст поэмы и список бессмысленных слогов того же объема; в результате он обнаружил, что усвоение осмысленной информации происходит примерно в 9 раз быстрее, а забывание – медленнее. Аналогичные результаты получили другие ученые (Conway, Boreas, Hof), изучавшие скорость забывания понятий, имен, стихов, команд [3, с. 102]. В среднем через 3 месяца воспроизводится 47% изученной осмысленной информации, через год – 37%, через два года – 29%.

### Обсуждение

Автор согласен с Е.Н. Соколовым, утверждающим, что следует говорить не о забывании абсолютно осмысленного или бессвязного материала, а о закономерностях «забывания определенного количества качественно своеобразного материала» [2]. В опытах Эббингауза некоторые «бессмысленные» слоги ассоциировались с известными испытуемому словами и, видимо, поэтому запомнились прочно. Любой учебный материал характеризуется: 1) долей информации, которая легко ассоциируется с уже имеющимися у ученика знаниями; 2) долей информации, которая запоминается механически. Знания, используемые учеником в повседневной жизни или учебной деятельности, запоминаются быстрее и прочнее. При этом обдумывание изученных положений и установление ассоциаций относится к интеллектуальной деятельности и тоже повышает прочность запоминания. Знания, усваиваемые учеником, можно разделить на: 1) знания, часто использующиеся в его деятельности и запоминающиеся очень прочно; 2) знания, хорошо ассоциирующиеся с уже имеющимися знаниями, но не

использующиеся в его деятельности; 3) плохо ассоциирующиеся и не используемые учеником знания, которые быстро забываются.

На наш взгляд, каждому информационному блоку и конкретному ученику отвечает некоторый параметр, характеризующий легкость образования ассоциативных связей с уже имеющимися у ученика знаниями. От его величины, а также длительности обучения зависит прочность усвоения знаний. При этом забывание больших объемов осмысленной информации происходит по закону, похожему на закон Эббингауза, но гораздо медленнее. В статье рассмотрены две имитационные модели обучения [5], опирающиеся на самые общие положения и соответствующие общеизвестным закономерностям: 1) после окончания непродолжительного обучения сначала знания ученика уменьшаются быстро, а затем все медленнее и при  $t \rightarrow \infty$  остаются постоянными (20–30% от изученного материала); 2) после длительного или многократного обучения ученик прочно усваивает сообщенную ему информацию; скорость забывания мала.

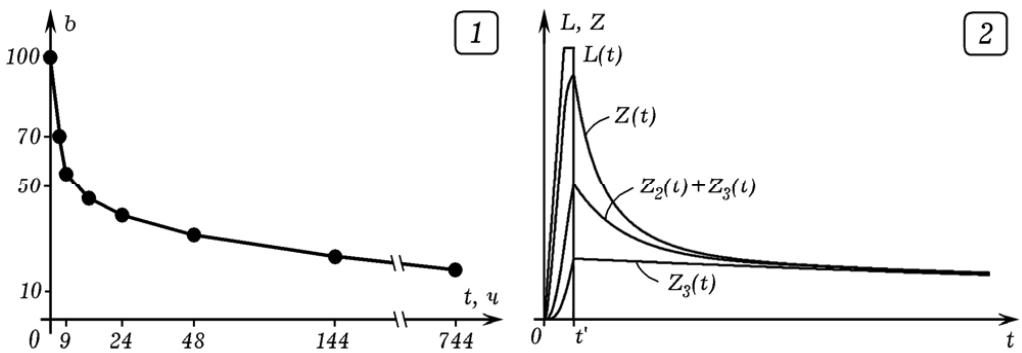


Рис. 1. Кривая Эббингауза [6] и результаты моделирования

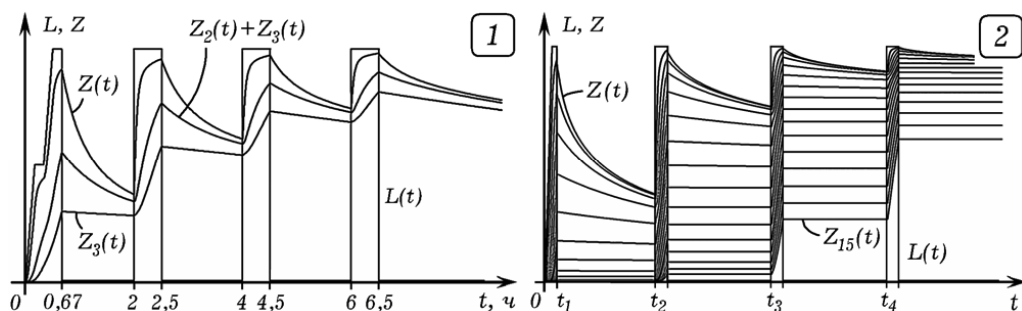
**Многокомпонентная модель обучения**

Указанные закономерности усвоения и забывания хорошо согласуются с трехкомпонентной моделью обучения, которая выражается системой из трех уравнений (во время обучения  $k=1$ , иначе  $k=0$ ):

$$\begin{aligned}
 dZ_1 / dt &= k(\alpha(L - Z) - \alpha_1 Z_1) - \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2, \\
 dZ_2 / dt &= k(\alpha_1 Z_1 - \alpha_2 Z_2) - \gamma_2 Z_2 + \gamma_3 Z_3, \\
 dZ_3 / dt &= k\alpha_2 Z_2 - \gamma_3 Z_3, \quad Z = Z_1 + Z_2 + Z_3, \\
 \alpha &= 0,1; \alpha_1 = \alpha_2 = 0,015; \gamma_1 = 0,027; \gamma_2 = 0,009; \gamma_3 = 9 \cdot 10^{-5}.
 \end{aligned}$$

Модель учитывает, что: 1) все знания  $Z$  ученика делятся на непрочные знания  $Z_1$  (Зн-1), знания  $Z_2$  средней прочности (Зн-2), прочные знания  $Z_3$  (Зн-3) с коэффициентами забывания  $\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3$ ; 2) скорость увеличения непрочных знаний равна  $\alpha(L-Z)$ , где  $L$  – уровень требований,  $Z$  – суммарные знания; 3) при обучении ( $k=1$ ) непрочные знания частично превращаются в прочные; 4) в отсутствие обучения ( $k=0$ ) прочные знания частично становятся непрочными, а непрочные забываются.

Пусть в течение времени  $t_1$  ученик пытается выучить  $N$  элементов учебного материала (ЭУМ), например 30 иностранных слов. Сначала он пытается усвоить первый ЭУМ, затем – второй ЭУМ, не забыв первый ЭУМ, и т. д. В конце обучения он должен удерживать в памяти все  $N$  ЭУМ. При этом уровень требований, предъявляемых учеником к своим знаниям, равномерно возрастает. Перебрав за время  $t_1$  все ЭУМ по одному разу, ученик в течение времени  $t_2 = t' - t_1$  повторяет их снова и снова, пытаясь удержать в памяти все  $N$  ЭУМ. Уровень требований  $L$  при этом остается постоянным. Затем обучение заканчивается ( $t > t'$ ,  $L = 0$ ), начинается забывание. На рис. 1.2 показаны графики, получающиеся в результате решения рассмотренной выше системы уравнений на компьютере. При заданных параметрах модели примерно четверть изученной информации запоминается прочно, и после окончания обучения ее количество уменьшается очень медленно. Все остальные усвоенные знания достаточно быстро забываются.



**Рис. 2.** Результаты моделирования: а)  $N = 3$ ; б)  $N = 15$

Промоделируем ученика, который в течение 0,67 часа (40 мин.) изучает некоторый материал, а затем несколько раз его повторяет. Пусть на первом занятии он пытается запомнить половину некоторого текста, затем его повторяет, а потом запоминает вторую половину текста и повторяет весь текст. После этого следует перерыв и в момент времени  $t = 2$  часа на-



чинается второе занятие длительностью 0,5 часа, на котором ученик снова пытается выучить весь текст. Третье и четвертое занятия начинаются в моменты 4 и 6 часов. Получающиеся кривые, характеризующие количества знаний различной степени прочности, представлены на рис. 2.1. Видно, как после каждого занятия количества  $Z_{n-1}$ ,  $Z_{n-2}$  и  $Z_{n-3}$  увеличиваются, а в перерывах между ними – уменьшаются. Увеличение времени обучения приводит к повышению прочности усвоенных знаний.

Программа ПП-1 (Free Pascal).

```
{N+}Uses crt, graph; Const dt=0.01; Mt=0.3; M=1; ee=2.72;
Y=650; N=15; Var aa,a,t,vI,L,SZ,SZ5,SZ11:single;i,k,DV,MV:
integer; g,z:array[0..N+1] of single;
BEGIN DV:=Detect; InitGraph(DV,MV,''); aa:=0.1; a:=0.05;
g[1]:=0.03; for i:=2 to N do g[i]:=g[i-1]/2.72;
Repeat t:=t+dt; If (t<100)or(abs(sin(0.003*t))<0.15) then
k:=1 else k:=0; If (t<60) then vI:=10 else vI:=0; L:=L+vI
*dt; Z[1]:=Z[1]+k*(aa*(L-SZ)*dt-a*Z[1]*dt)+g[2]*Z[2]*dt-
g[1]*Z[1]*dt; For i:=2 to N-1 do begin Z[i]:=Z[i]+k*aa*(
Z[i-1]-Z[i])*dt+g[i+1]*Z[i+1]*dt-g[i]*Z[i]*dt; end; Z[N]:=
Z[N]+k*aa*Z[N-1]*dt-g[N]*Z[N]*dt; SZ:=0; For i:=N downto 1
do begin SZ:=SZ+Z[i]; circle(10+round(Mt*t),Y-round(M*(SZ)
),1); end; circle(11+round(Mt*t),Y+1-round(M*(SZ5)),1);
circle(10+round(Mt*t),Y-round(M*L),1); circle(10+round(Mt*
t),Y,1); until (KeyPressed)or(t>5000);
Repeat until KeyPressed; CloseGraph; END.
```

Обобщая рассмотренную выше трехкомпонентную модель, приходим к следующей – компонентной модели обучения (системе из  $N$  уравнений):

$$dZ_1 / dt = k(\alpha_0(L - Z) - \alpha Z) - \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2,$$

$$dZ_i / dt = k\alpha(Z_{i-1} - Z_i) - \gamma_i Z_i + \gamma_{i+1} Z_{i+1}, i = 2, 3, \dots, (N - 1),$$

$$dZ_N / dt = k\alpha Z_{N-1} - \gamma_N Z_N, Z = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_N,$$

$$\alpha_0=0,1; \alpha=0,05; \gamma_1=0,03; \gamma_i = \frac{\gamma_{i-1}}{2,72}; i = 2, 3, \dots, N.$$

Здесь  $Z_1$  – количество самых непрочных знаний ученика, которые забываются очень быстро;  $Z_N$  – количество самых прочных знаний;  $\alpha Z_1$  – скорость превращения знаний  $Z_{n-1}$  в знания  $Z_{n-2}$ . Для решения этой системы уравнений при  $N = 15$  используется программа ПП-1. Результаты моделирования (рис. 2.2) достаточно хорошо соответствуют реальному изменению знаний ученика.

**Модель обучения с изменяющимся коэффициентом забывания**

Возможен иной подход, основанный на статистической теории обучения [7]. Пусть ученик решает последовательность однотипных задач по одной и той же теме, например, в течение урока он многократно складывает числа (или читает отдельные слова, выполняет задания теста). Остальное время на уроке он занимается другой учебной деятельностью, которая нас не интересует. Когда в момент  $t_i$  ученик начинает решать задачу в  $i$ -ый раз, уровень усвоения им соответствующего ЭУМ увеличивается до  $Z = 1$ . Учтем, что время решения задачи  $\tau$  (или время, затрачиваемое на работу с данным ЭУМ) зависит от того, сколько раз  $s$  эта задача решалась ранее. Можно предположить, что с ростом  $s$  время  $\tau$  уменьшается по закону:  $\tau = 1 + 1,5e^{-s/5}$  условных единиц времени (УЕВ), стремясь к  $\tau_\infty = 1$  УЕВ. Выполнив задание и повысив уровень знания соответствующего ЭУМ до 1, ученик переключается на решение другой учебной задачи и начинает забывать усвоенный ЭУМ в соответствии с законом забывания  $dZ = -\gamma Z dt$ . Будем исходить из того, что при увеличении числа  $s$  использований данного ЭУМ он запоминается лучше, то есть коэффициент забывания уменьшается, например, по такому закону:  $\gamma = 0,002e^{-s}$  (УЕВ<sup>-1</sup>). Компьютерная программа ПР-2 моделирует обучение при обращении ученика к ЭУМ в моменты времени 3, 6, 9, 12, 15, 18 УЕВ.

Результаты моделирования представлены на рис. 3. Видно, что после первого и второго обращения к данному ЭУМ приобретенные знания быстро забываются, а после пятого и шестого – забываются очень медленно. То есть в результате многократного использования данного ЭУМ коэффициент забывания уменьшается практически до 0, информация прочно запоминается.

Теперь промоделируем изучение  $N = 30$  ЭУМ в течение 3 уроков длительностью  $T = 180$  УЕВ, разделенных перерывами продолжительностью  $T_n = 220$  УЕВ. Во время урока ученик обращается то к одному, то к другому ЭУМ с равными вероятностями. При увеличении числа  $s_i$  обращений к-ому ЭУМ затрачиваемое время  $\tau_i$  и коэффициент забывания  $\gamma_i$  уменьшаются. Используется программа ПР-2, результаты приведены на рис. 3.2. Во время обучения номер  $i$  рассматриваемого ЭУМ изменяется случайно от 1 до 30, уровень знаний ученика  $Z$  при этом увеличивается. Во время перерывов происходит забывание,  $Z$  уменьшается.

Программа ПП-2 (Free Pascal).

```
{ $N+ } Uses crt, graph; Const N=30; dt=0.003; Mt=0.5;  
Var t,g,tt,SZ: single; i,j,Gd,Gm: integer; s: array[1..N]  
of integer; Z: array[1..N] of single;  
BEGIN Gd:=Detect; InitGraph(Gd,Gm,'c:\bp\bgi');  
Randomize; t:=-20; j:=1;  
Repeat t:=t+dt; tt:=tt-dt; If (tt<=0)and(((t>0)and(t<180))  
or((t>400) and(t<580))or ((t>800)and(t<980))) then begin  
j:=round(random*N); If j>N then j:=N; If j<1 then j:=1;  
Z[j]:=1; inc(s[j]); tt:=1+2*exp(-s[j]/2); end; For i:=1 to  
N do Z[i]:=Z[i]-2E-3*exp(-s[i]/1.5)*Z[i];SZ:=0;For i:=1 to  
N do SZ:=SZ+Z[i]; circle(20+round(Mt*t),170-round(5*j),1);  
circle(20+round(Mt*t), 170,1); circle(20+round(Mt*t), 500-  
round(10*SZ),1); circle(20+round(Mt*t),500,1);  
until KeyPressed; CloseGraph;  
END.
```

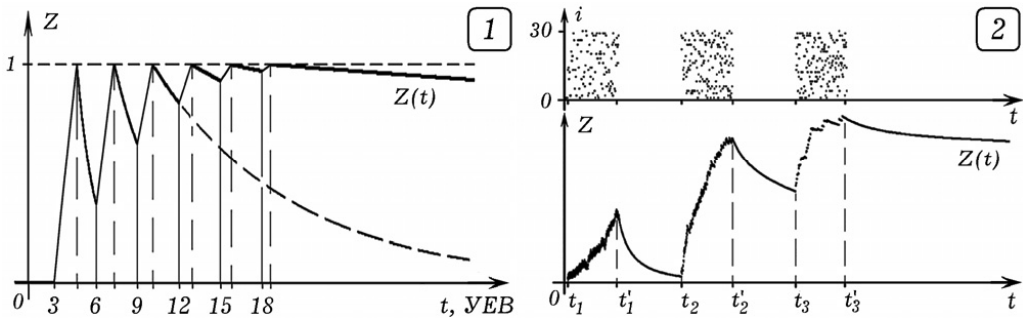


Рис. 3. Изучение: 1) одного ЭУМ (6 повторений); 2) 30 ЭУМ на трех уроках

### Заключение

Знания, включенные в учебную деятельность, запоминаются надолго. Забывание больших объемов информации происходит по закону, похожему на кривую Эббингауза, но гораздо медленнее. При фиксированном объеме учебного материала увеличение длительности и количества занятий приводит к росту прочности усвоенных знаний. Этим закономерностям соответствуют рассмотренные выше модели изучения, запоминания и забывания информации, что и доказывает их правильность. Один из подходов основан на численном решении системы дифференциальных уравнений и учитывает превращение непрочных знаний в прочные во время

учебной деятельности. Впервые проанализирована 15-компонентная модель обучения, в которой знания учащихся разделены на 15 категорий в зависимости от прочности запоминания. Другой подход предусматривает создание стохастической модели, учитывающей повышение прочности запоминания конкретного ЭУМ при каждом обращении к нему.

### Литература

1. Гребенюк О.С., Гребенюк Т.Б. Теория обучения: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Владос-пресс, 2003.
2. Зинченко Т.П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. СПб.: Питер, 2002.
3. Качество высшего образования / Под ред. М.П. Карпенко. М.: Изд-во СГУ, 2012.
4. Томашевский В.М., Дмитрик І.М. Аналіз моделей навчання та контролю знань // Вісник НГУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: збірник наукових праць. 2008. № 49.
5. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Мир, 1978.
6. Бэддели А. Ваша память. М.: Эксмо-пресс, 2001.
7. Свиридов А.П. Статистическая теория обучения: Монография. М.: Изд-во РСГУ, 2009.

*Mayer R.V., Doctor of pedagogical science, Docent*

### THE REGULARITIES OF LEARNING, FORGETTING AND COMPUTER SIMULATION OF TRAINING

The problem of compliance of the training mathematical model to regularities of learning and forgetting is considered. Are discussed: 1) the continuous-deterministic training model based on the solution of the differential equations system; 2) the stochastic model of assimilation of the learning material elements set with the variable forgetting coefficient. The generalized multicomponent model of training in which knowledge acquired by the pupil is subdivided into 15 categories differing in forgetting speed for the first time is presented.

**Key words:** *didactics, didactic system, forgetting, information and cybernetic approach, computer simulation, training.*