

ISSN 1561-2449

№ 8(110) август 2016

Дистанционное и виртуальное обучение

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Ваграменко Я.А., доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, президент Академии информатизации образования.

Воронов М.В., доктор технических наук, профессор, Московский городской психолого-педагогический университет.

Иванников А.Д., доктор технических наук, профессор, зам. директора по научной работе Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН.

Карпенко М.П., доктор технических наук, профессор, президент НАЧОУ ВПО Современной гуманитарной академии.

Письменский Г.И., доктор исторических наук, доктор военных наук, профессор, проректор по научной работе НАЧОУ ВПО СГА (главный редактор).

Попов В.В., доктор технических наук, профессор, научный руководитель НИИ инноваций и концептуального проектирования РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, профессор кафедры инженерной педагогики РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Роберт И.В., академик РАО, доктор педагогических наук, профессор, директор ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО.

Скуратов А.К., доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дирекция научно-технических программ».

Солдаткин В.И., доктор философских наук, профессор, Первый вице-президент Московского технологического института «ВТУ» по образовательной деятельности.

Тихомиров В.П., академик РАО, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего образования, научный руководитель ФГБОУ ВПО МЭСИ, Президент Международного Консорциума «Электронный Университет».

Ответственность за содержание публикаций несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Рукописи авторам не возвращаются.

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Дистанционное и виртуальное обучение» обязательна.

Вниманию авторов! Свои материалы направляйте по адресу: 109029, Москва, ул. Нижегородская, д. 32, корп. 5, ком. 205. Издательство.
E-mail: exp@muh.ru

Журнал распространяется в Российской Федерации и странах СНГ.

Подписка осуществляется по каталогам агентства «Роспечать» – подписной индекс 79285,
«АРЗИ» – 87889.

По вопросам редакционной подписки обращаться по адресам: 109029, Москва, ул. Нижегородская, д.32, корп. 5, ком. 205 или pr@muh.ru.

Тел. (495) 926-83-08, доб. 43-69

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации по печати 25 января 1999 года. Регистрационное свидетельство № 018440.

Журнал выходит 12 раз в год.

Журнал включен ВАК Минобразования 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 информатике и вычислительной технике

СОДЕРЖАНИЕ

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

АФАНАСЬЕВ А.Н., БЕЛУХИНА Н.Н., КАНЕВ Д.С.

Интеллектуальные среды обучения в открытом образовании.....4

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

КУКЛЕВ В.А., САВИНЫХ В.В., ГЕРАСИМОВА Э.Б., ЕГОРОВА Т.М.

Виртуальная учебная фирма в электронном обучении бакалавров по техносферной безопасности 15

ДАНИЛОВ О.Е.

Эргономика обучающихся человеко-машинных систем..... 25

МАЙЕР Р.В.

Компьютерные модели понимания и усвоения учебного материала ... 32

УСОВА С.Н., ХАЙБУЛИНА К.В.

Разработка и практическая реализация виртуальной стажировки в дополнительном профессиональном образовании 39

МЕТОДИКА И ОПЫТ

МУРЮКИНА Е.В.

Технология проведения занятий со студентами по тематике синтеза медиакритики и медиаобразования 47

КОРЧАЖКИНА О.М.

Решение задачи аппроксимации нерегулярных кривых в профильном курсе информатики для средней школы..... 57

ГРИГОРЬЕВ В.К., РЕГЕНТОВ Г.А.

Метод бета-тестирования, базирующийся на опережающем обучении массового профессионального пользователя..... 72

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – СОВРЕМЕННОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

КОЦЮБА И.Ю., ГАЛЬПЕРИН М.Я.

Автоматизация процессов организации и проведения интеллектуальных игр в рамках образовательного процесса 83

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

БЕРЕСНЕВ А.Д., ГУСАРОВА Н.Ф., СЫСОЕВА В.В.

Формирование онтологии инновационной предметной области для использования в системе управления обучением 89

БОБЫЛЁВ Ю.В., ГРИБКОВ А.И., РОМАНОВ Р.В., РОМАНОВ Р.Р.

Интегрированный комплект для лабораторного практикума по физике103

ПЕЧНИКОВ А.А.

Структура веб-сайта: пример мелкозернистого исследования 114

РУДНЕВА Е.О.

Исследование профессиональных требований работодателей к бакалаврам по направлению подготовки «Информационная безопасность» 125

Р.В. Майер, доктор педагогических наук, доцент

Компьютерные модели понимания и усвоения учебного материала

Предложены две модели процесса обучения. Модель 1 основана на предположении, что сообщаемая учителем информация состоит из блоков, объединяющих по 4–6 элементов учебного материала. Ученик понимает новый блок сообщаемой информации лишь тогда, когда он успевает понять каждый входящий в него ЭУМ до прихода следующего информационного блока. Модель 2 позволяет проанализировать изменение количества знаний ученика во время обучения и после его окончания.

***Ключевые слова:** дидактическая система, компьютерное моделирование, информационно-кибернетический подход, передача информации, понимание, усвоение, теория обучения.*

Важное направление развития современной дидактики [1] состоит в исследовании процесса обучения методами математического [2–4] и компьютерного моделирования [5, с. 47–52; 6; 7, с. 3–10]. С помощью имитационных (компьютерных) моделей ученые изучают поведение дидактических систем в случаях, когда применение экспериментальных методов невозможно или может привести к нежелательным последствиям. Сущность метода имитационного моделирования состоит в построении компьютерной модели объекта (процесса) и выполнении серии вычислительных экспериментов с целью изучения различных стратегий управления, обеспечивающих его эффективное функционирование. Процесс создания имитационной модели Р. Шеннон называет «интуитивным искусством» или «искусством моделирования», которое «состоит в способности анализировать проблему, выделять из нее путем абстракции ее существенные черты, выбирать и должным образом модифицировать основные предположения, характеризующие систему, а затем отрабатывать и совершенствовать модель до тех пор, пока она не станет давать полезные для практики результаты» [8, с. 34]. При этом следует помнить о принципе несовместимости: высокая точность предсказаний несовместима с большой сложностью изучаемой системы. Действительно, если изучаемая система содержит большое число разнородных элементов, связанных между собой разнотипными связями, то построить его модель, точно соответствующую оригиналу, практически невозможно. При увеличении точности предсказания той или иной характеристики уменьшается его достоверность.

Настоящая работа посвящена проблеме изучения понимания и усвоения учебного материала методами имитационного моделирования, которая представляет особый интерес для математической теории обучения [2–4]. В основе используемого подхода – идеи Н. Винера, К. Шеннона, Д.А. Поспелова (кибернетика, теория информации), Р. Аткинсона, Л.Б. Ительсона, Ф.С. Робертса (математическое моделирование обучения), С.И. Архангельского, В.П. Беспалько, Е.И. Машбица, В.Е. Фирстова, В.С. Аванесова, И.В. Роберт (кибернетический подход в педагогике, программированное обучение и автоматизированные обучающие системы).

Моделирование понимания информационных блоков

Сообщаемая учителем информация дискретна, она состоит из отдельных блоков, которые делятся на элементы учебного материала (ЭУМ): понятия, формулы, иностранные слова и т. д. Обучение аналогично просмотру фильма, в ходе которого на экране последовательно сменяются блоки информации (текст, рисунки, формулы). Ученик понимает новый блок сообщаемой информации в том случае, если он понимает каждый входящий в него ЭУМ. Если ученик не усвоил какой-либо ЭУМ в блоке, то он не усваивает блок в целом (т. е. не может решить задачу, доказать теорему, перевести предложение). Пусть в блоке m ЭУМ, тогда время усвоения одного блока учеником не может превышать $t_1 = m/u$, где u – скорость сообщения информации учителем (число ЭУМ за 1 усл. ед. времени или УЕВ). Когда ученик понимает все m ЭУМ, он понимает весь блок. Вероятность понимания одного ЭУМ с одного раза $p = 0,7-0,9$. Если ученик не понял ЭУМ с первого раза, то он обращается к нему снова до тех пор, пока не поймет, либо пока не закончится время t_1 , отводимое на понимание данного блока, и от учителя не придет следующий блок информации. Пусть все ЭУМ имеют информационный объем $I_1 = 1$. Время однократного обращения ученика к ЭУМ $t_{\text{обр}} = 1/v_M$, где v_M – скорость его мыслительной деятельности в УЕВ⁻¹. Чем больше мыслительных действий совершает ученик за 1 УЕВ, тем быстрее он обдумает и поймет данный ЭУМ.

Программа 1, позволяющая изучить зависимость усвоения от скорости поступления информация, состоит из цикла по времени с шагом 0,01. Перед усвоением блока переменные EUM и $flag$ обнуляются, счетчик блоков N_bl увеличивается на 1, а также рассчитывается время $t_1 = m/u$, отводимое на усвоение одного блока. Количество ЭУМ в блоке m изменяется случайно: с вероятностью 0,3 $m = 4$, с вероятностью 0,3 $m = 6$, с вероятностью 0,4 $m = 5$. В среднем $m = 5$. Когда время работы ученика с одним ЭУМ $k dt$ превышает значение $t_{\text{обр}} = 1/v_M$, программа моделирует случайный процесс понимания ЭУМ с вероятностью p . Если случайное x из интервала $[0; 1]$ меньше p , это означает, что ученик понял ЭУМ и переменная EUM увеличивается на 1. Если при этом $EUM = m$, т. е.

ученик понял весь блок из m ЭУМ, то Pon_bl увеличивается на 1, флаг поднимается ($flag = 1$). Если ученик не успевает понять все m ЭУМ за время t_1 , то считается, что он не понял данный блок. После этого ученик «изучает» второй блок информации и т. д. Так повторяется до тех пор пока N_bl не превысит 2000.

Программа 1 (Free Pascal).

```
Uses crt; Const dt=0.01; vm=1.5; u=0.7; p=0.7; Var Pon_bl,
EUM,N_bl,k,flag,M: integer; t,t1,tobr,x,z: real;
BEGIN Randomize; Repeat t:=t+dt; If t1>0 then t1:=t1-dt;
If t1<=0 then begin M:=5; z:=random(100); If z<30 then M:=4;
If z>60 then M:=6; t1:=M/u; inc(N_bl); EUM:=0; flag:=0;
{writeln(' Soobsh blokov ',N_bl);} end; inc(k); tobr:=1/vm;
If k*dt>tobr then begin k:=0; x:=random(100)/100;
If (EUM<M)and(x<p) then inc(EUM); If (EUM=M)and(flag=0) then
begin inc(Pon_bl); {writeln('PONYL ', Pon_bl);} flag:=1; end;
end; until (KeyPressed)or(N_bl>=2000); writeln('Soobsh blokov
',N_bl,' Ponyat blokov ', Pon_bl, 'VREMYA ',t); ReadKey; END.
```

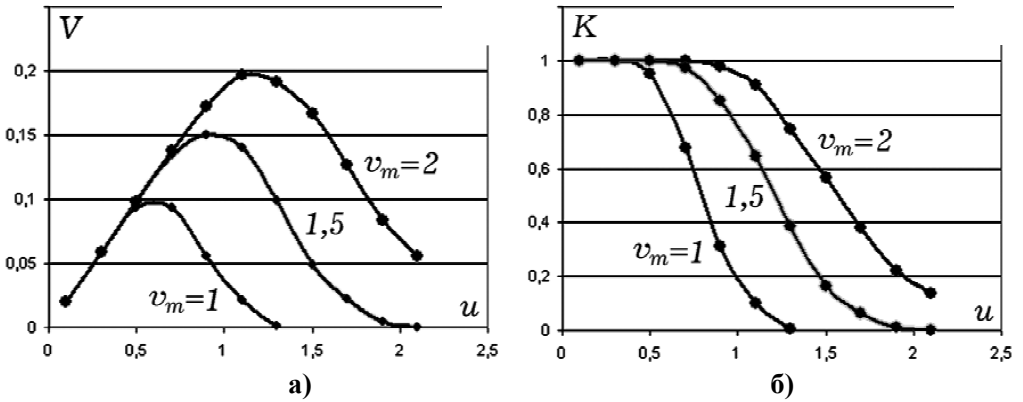


Рис. 1. Зависимость усвоения от скорости сообщения информации

Программа выводит на экран количество сообщенных блоков N_bl , число понятых блоков Pon_bl и затраченное время Δt , что позволяет определить скорость сообщения $u' = N_bl / \Delta t = u / 5$ и скорость усвоения знаний $V = Pon_bl / \Delta t$ (в блок/УЕВ). На рис. 1,а представлены графики зависимости скорости усвоения V от скорости сообщения информации учителем u (в ЭУМ/УЕВ) при различных значениях скорости мышления ученика v_m . Видно, что при небольшой скорости сообщения информации учителем скорость усвоения $V = dI_{уч} / dt = u' = u / 5$. Ученик с данной скоростью совершения мыслительных операций успевает понять практически все сообщаемые учителем блоки. Дальнейшее увеличение скорости сообщения информации u приводит к тому, что ученик не успевает воспринять ее полностью: скорость усвоения V достигает максимума, а затем снижается. Чем больше скорость мыслительных действий

ученика v_M , тем больше максимально возможная скорость усвоения V и соответствующая ей скорость сообщения информации учителем u . В книге [3, с. 108–157] рассмотрены различные математические модели $I_{\text{уч}} = \phi(I)$, связывающие объем усвоенного $I_{\text{уч}}$ и изложенного на лекции материала I . Представленные на рис. 1,а кривые похожи на графики функции $I_{\text{уч}} = \phi(I)$. Это объясняется тем, что $I = u'T = uT/5$, $I_{\text{уч}} = VT$, где T – длительность лекции. Коэффициент понимания материала равен отношению количества понятых блоков к общему количеству сообщенной информации: $K = I_{\text{уч}}/I$ или Pon_bl/N_bl . При малых скоростях передачи информации u ученик понимает практически все, что сообщает учитель, поэтому $K = 1$. По мере увеличения u коэффициент понимания K плавно уменьшается до 0 (рис. 1,б). При увеличении скорости мыслительных действий v_M скорость сообщения информации u учителем, соответствующая $K = 0,5$, растет.

Используя электронные таблицы Excel, удалось достаточно точно подобрать функцию, соответствующую получившимся графикам. Для $v_M = 1,5$:

$$V = \frac{dI_{\text{уч}}}{dt} = \frac{u'}{1 + \exp(a(u' - b))}, \quad u' = \frac{u}{5}, \quad a = 27 \text{ УЕВ}, \quad b = 0,24 \text{ 1/УЕВ}.$$

Здесь u' и V показывают количества переданных и усвоенных блоков за одну УЕВ. Если $u < 0,7$, то $1 + \exp(a(u/5 - b)) \approx 1$, скорость увеличения знаний ученика V (блок/УЕВ) равна скорости сообщения знаний учителем $u' = u/5$. Если $u > 1$, то V уменьшается, стремясь к 0. По мере обучения увеличивается скорость мышления v_M ученика, повышается способность усваивать новый материал. Скоростям $v_M = 1, 1,5, 2$ соответствуют следующие значения параметров: $a = 39, b = 0,16$; $a = 27, b = 0,24$; $a = 18, b = 0,32$. Если v_M увеличивается, то a уменьшается, а b возрастает.

Возможна другая интерпретация получившихся результатов. Допустим, ученик решает задачи, каждая из которых требует выполнения m сложных операций. Вероятность правильного выполнения каждой операции равна p . Если ученик не выполнил операцию с первого раза, то он делает вторую попытку и т. д., каждый раз затрачивая время $t_{\text{обр}} = 1/v_M$. На каждую задачу отводится фиксированное время $t_1 = m/u$. Графики на рис. 1,б показывают зависимость вероятности решения задачи от скорости их поступления $u' = u/5$ (обратно пропорциональной t_1), при различных скоростях мышления v_M .

Предложенная компьютерная программа позволяет промоделировать понимание и усвоение новой информации при различной скорости ее поступления. Она может быть использована для компьютерной имитации дидактической системы «учитель–ученик» [4–7].

Многокомпонентная модель ученика

Допустим, изучаемая тема включает в себя N элементов учебного материала (ЭУМ), которые связаны друг с другом, а учитель требует усвоения всей изученной информации, т. е. его уровень требований L равен количеству сообщенных им знаний $I(t)$. Будем считать, что сложность i -го ЭУМ S_i пропорциональна затратам времени и усилий, требующихся для усвоения данного ЭУМ. Если у самого простого ЭУМ $S = 1$, то у более сложных S больше 1. Количество знаний, сообщенных учителем, $I = S_1 + S_2 + \dots + S_N$. Если все N ЭУМ имеют сложность 1, то $I = N$. Скорость передачи информации равна количеству знаний, сообщаемых учителем в условную единицу времени (УЕВ): $u = dI / dt = dL / dt$; она измеряется в УЕВ⁻¹. Предположим, что: 1) состояние ученика в каждый момент времени определяется количеством непрочных знаний Z_1 , количеством умений Z_2 и навыков Z_3 (прочных знаний). Непрочные знания забываются быстрее прочных знаний; 2) в процессе обучения ($k = 1$) у ученика увеличивается количество непрочных знаний Z_1 , причем часть непрочных знаний превращаются в более прочные (сначала в умения Z_2 , а потом в навыки Z_3); 3) при отсутствии обучения ($k = 0$) происходит забывание: прочные знания (навыки) постепенно превращаются в менее прочные, а количество непрочных знаний Z_1 уменьшается по экспоненциальному закону.

Учитывая зависимость $V(u')$ скорости усвоения от скорости сообщения материала, получаем следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dZ_1}{dt} &= k \cdot r \cdot u - k \cdot r \cdot \alpha_1 Z_1 - (1 - k) \gamma_1 Z_1, \\ \frac{dZ_2}{dt} &= k \cdot r \cdot \alpha_1 Z_1 - k \cdot r \cdot \alpha_2 Z_2 - (1 - k) \gamma_2 Z_2, \\ \frac{dZ_3}{dt} &= k \cdot r \cdot \alpha_2 Z_2 - (1 - k) \gamma_3 Z_3, \quad r = \frac{1}{1 + \exp(30(u - 0,24))}, \end{aligned}$$

где $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$.

Во время сообщения нового материала $k = 1$, $u \neq 0$; происходит увеличение количества непрочных знаний Z_1 , часть непрочных знаний становятся прочными, Z_2 и Z_3 растет. При отсутствии обучения $k = 0$, происходит забывание, количества знаний Z_1 , Z_2 и Z_3 уменьшаются со скоростями $\gamma_1 Z_1$, $\gamma_2 Z_2$, $\gamma_3 Z_3$.

Используется программа 2; результаты моделирования обучения, организованного не самым оптимальным образом, представлены на рис. 2. Видно, что когда u слишком велико (интервал $[t_1; t_2]$), ученик практически не усваивает информацию, сообщаемую учителем, коэффициент усвоения $K = \Delta Z / (u \Delta t)$ (пунктирная линия) близок к нулю. В течение интервала $[t_2; t_3]$ ученик усваивает менее половины сообщаемой информации, а в течение $[t_3; T]$ – практически всю

информацию, поступающую от учителя. Рассмотренный урок далек от идеального, так как $K_{cp} \approx 0,33$, т. е. ученик усвоил около 33 % сообщенного материала. После окончания обучения происходит забывание: количества знаний Z_1 , Z_2 и Z_3 уменьшаются по экспоненциальным законам.

Программа 2 (Free Pascal).

```
{\$N+}Uses crt, graph; Const dt=0.005; Mt=0.5; Mz=5; a=0.004; e=
2.72; g1=7E-4; g2=g1/e; g3=g2/e; a1=0.005; a2=a1/e; Var DV,MV,
k:integer; Z1,Z2,Z3,Z,KU,Zs,u,r,t,L: single;
BEGIN DV:=Detect; InitGraph(DV,MV,'');
Repeat t:=t+dt; k:=0; If (t<1050) then begin If t<340 then u:=
0.25-0.15*cos(1E-2*t); If (t>340)and(t<600) then u:=u-3E-6; If
(t>800) then u:=0.07; k:=1; end else u:=0; L:=Z+1; r:=1/(1+exp
(27*(u-0.24))); Zs:=Z; Z1:=Z1+(k*r*u-k*r*a1*Z1-(1-k)*g1*Z1)*dt;
Z2:=Z2+(k*a1*r*Z1-k*r*a2*Z2-(1-k)*g2*Z2)*dt; Z3:=Z3+(k*r*a2*Z2-
(1-k)*g3*Z3)*dt;Z:=Z1+Z2+Z3; KU:=0;If k=1 then KU:=(Z-Zs)/dt/u;
circle(10+round(Mt*t), 480-round(Mz*(Z1+Z2+Z3)),1); circle(10+
round(Mt*t),480-round(Mz*(Z2+Z3)),1); circle(10+round(Mt*t),480
-round(Mz*Z3),1); circle(10+round(Mt*t),480-round(Mz*u*200),1);
circle(10+round(Mt*t), 480-round(180*KU),1); until Keypressed;
CloseGraph; END.
```

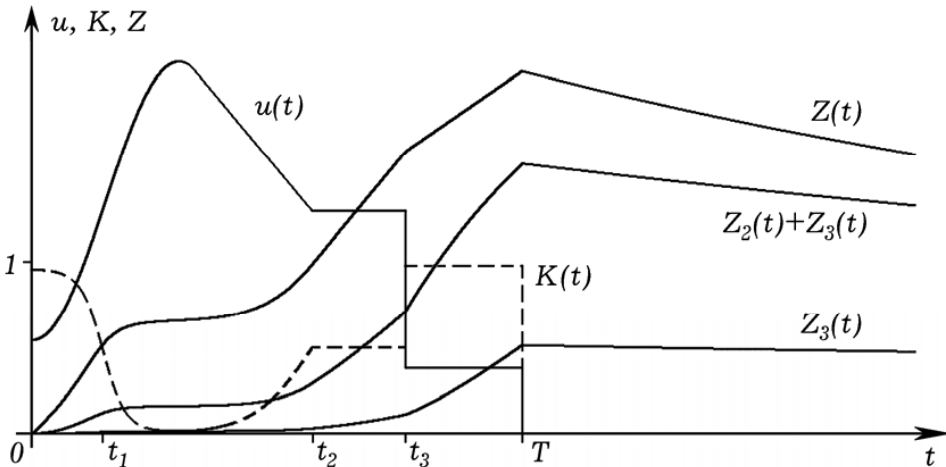


Рис. 2. Изменение количества знаний ученика с течением времени

В работе рассматриваются имитационные модели процесса обучения, полученные на основе информационно-кибернетического подхода к анализу дидактических систем. Исходя из предположения о том, что ученик усваивает информацию целыми блоками, удалось обосновать зависимость скорости усвоения от скорости сообщения нового материала: при увеличении скорости сообщения нового материала скорость понимания (усвоения) сначала растет, достигает максимума, а затем снижается. Полученная зависимость была использована

для моделирования обучения при сильно изменяющейся скорости сообщения нового материала. При этом учитывается, что: 1) при обучении увеличивается количество непрочных знаний ученика, и они частично становятся прочными; 2) непрочные знания забываются быстрее прочных; 3) при увеличении скорости передачи нового материала ученик не успевает понять и усвоить всю сообщаемую ему информацию. Предлагаемые модели дидактической системы не следует абсолютизировать: они справедливы в той степени, в какой получающиеся результаты соответствуют педагогической практике.

Литература

1. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. Донецк: Изд-во ДООУ, 2002.
2. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. М.: Мир, 1969.
3. Леонтьев Л.П., Гохман О.Г. Проблемы управления учебным процессом: математические модели. Рига, 1984.
4. Свиридов А.П. Статистическая теория обучения: Монография. М.: Изд-во РСГУ, 2009.
5. Ивашкин Ю.А., Назойкин Е.А. Мультиагентное имитационное моделирование процесса накопления знаний // Программные продукты и системы. 2011. № 1.
6. Имаев Д.Х., Котова Е.Е. Моделирование и имитация процессов обучения с разделением дидактических ресурсов. Динамический подход. СПб.: Изд-во СПб-ГЭТУ «ЛЭТИ», 2014.
7. Кудрявцев В.Б., Вашик К., Строгалов А.С. и др. Об автоматном моделировании процесса обучения // Дискретная математика. 1996. Вып. 4. Т. 8.
8. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Мир, 1978.

Mayer R.V., Doctor of Pedagogical Science, Associate Professor

The Computer Models of Understanding and Assimilation of the Training Material

Two models of training are considered. The model 1 is based on the assumption that the information given by the teacher consists of the blocks uniting 4–6 elements of a learning material (ELM). The pupil understands the new block of the given information only when he manages to understand each ELM entering him before arrival of the following information block. The model 2 allows to analyse change of quantity of the pupil's knowledge during lesson and after its ending.

Key words: didactic system, computer modeling, information and cybernetic approach, information transfer, understanding, assimilation, theory of training.