

ISSN 1561-2449

№ 3(117) май-июнь 2017

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 ЧОУ ВО 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 6 раз в год.

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 информатике и вычислительной технике

СОДЕРЖАНИЕ

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ШЕФЕР О.Р.

Комплексное применение информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения. 5

СТРЕЛКОВ Н.С., ДАНИЛОВА К.А., ПОПОВА Н.М.

Симуляционные технологии в проведении процедуры аккредитации медицинских кадров в Ижевской государственной медицинской академии 13

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

ПУСТЫЛЬНИК П.Н.

Образовательная робототехника для бакалавров и магистров по направлению «Технологическое образование»: обучение с применением электронной информационно-образовательной среды 17

МЕТОДИКА И ОПЫТ

ПРОНЧЕВ Г.Б., ГОНЧАРОВА И.В.

Безопасность современных электронных образовательных сред. 26

ФРЕЙМАН В.И.

Разработка и реализация моделей элементов и устройств информационно-управляющих и телекоммуникационных систем в среде MatLab 31

МИРНОВА М.Н.

Подготовка педагога овладением навыкам работы в информационно-образовательной среде с использованием средств интерактивного обучения. 40

МАЙЕР Р.В.

Имитационное моделирование процесса обучения как один из методов современной дидактики 49

АБДУРАХМАНОВ К.П., БЕКНАЗАРОВА С.С.

Дискретно-непрерывный метод линейной фильтрации TIAV объектов. 57

ГАЛУСТЯН О.В.

Смешанное обучение и его виды в образовательном процессе высшей школы 63

КОТОВ С.О., СИТНИКОВА О.В., ЛОБАНЕНКО О.Б., РЕШЕТНИКОВА С.Л.

Использование активных элементов LMS MOODLE в процессе формирования универсальных компетенций студентов инженерного вуза (на примере элементов «Форум» и «Семинар») 68

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – СОВРЕМЕННОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

АНДРЮШКОВА О.В.

Модернизация учебного процесса по химии для студентов-медиков в условиях комбинированного обучения и требований ФГОС 78

Р.В. Майер, доктор педагогических наук,
доцент

Имитационное моделирование процесса обучения как один из методов современной дидактики

В статье обсуждаются различные виды моделей дидактических систем (детерминированные и стохастические, статические и динамические, другие), рассматривается проблема математического и компьютерного моделирования процесса обучения. Предложена многокомпонентная модель обучения в школе и вузе, которая учитывает: 1) деление знаний ученика или студента на часто и редко используемые знания; 2) деление знаний на прочные и непрочные; 3) распределение учебной информации по классам. Представлена компьютерная программа и получающиеся графики зависимостей знаний от времени.

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

К основным задачам дидактики относятся описание и объяснение процесса обучения, выявление внутренних связей и отношений между дидактическими объектами, раскрытие закономерностей и движущих сил развития учебного процесса и условий его совершенствования [1]. В настоящее время для изучения процесса обучения используются: 1) метод педагогического эксперимента; 2) метод качественного моделирования (или метод качественных рассуждений); 3) метод математического моделирования; 4) метод имитационного моделирования на компьютере.

При моделировании дидактических систем обычно преследуются следующие цели: 1) изучение сущности того или иного дидактического объекта, процесса, составляющих элементов и связей между ними; 2) объяснение уже известных результатов эмпирических исследований, согласование модели и ее параметров с результатами педагогического эксперимента; 3) прогнозирование поведения дидактической системы в новых условиях при различных внешних воздействиях и способах управления; 4) оптимизация функционирования дидактической системы, поиск правильного управления в соответствии с выбранным критерием оптимальности. Модель дидактического объекта или процесса (ученика, учебника, деятельности школьника и т. д.) должна отражать его наиболее важные качества, пренебрегая второстепенными. М.В. Ядровская выделяет следующие виды ис-

пользуемых в педагогике моделей [2, с. 139–143]: 1) модели образования; 2) модели образовательного процесса; 3) модели результата образовательного процесса; 4) модели оптимизации организации и управления образованием.

Виды моделей дидактических систем

Модели сложных систем (в том числе и дидактических) можно разделить на классы по следующим основаниям [3]: 1) по характеру моделируемой стороны объекта; 2) по отношению ко времени; 3) по способу представления состояния системы; 4) по степени случайности моделируемого процесса; 5) по способу реализации (рис. 1).

МОДЕЛИ КЛАССИФИЦИРУЮТСЯ :

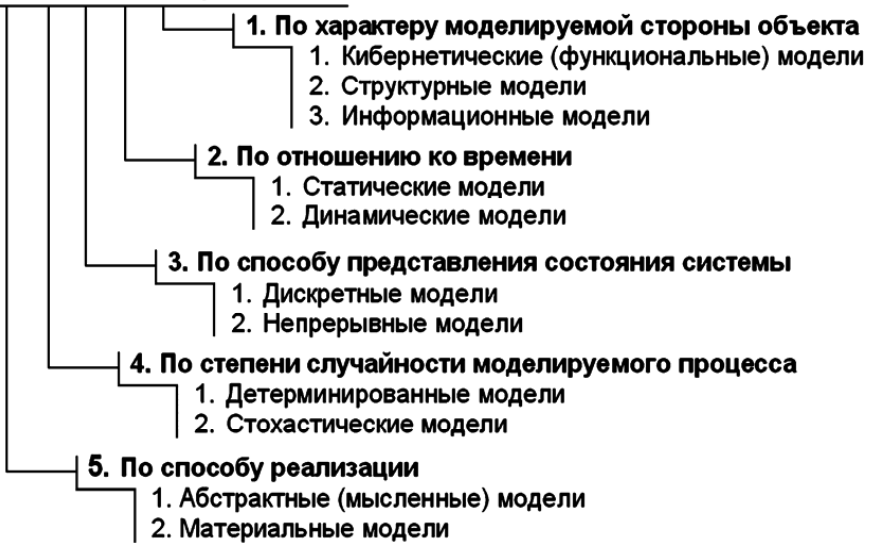


Рис. 1. Различные способы классификации моделей

При классификации по характеру моделируемой стороны объекта выделяют следующие виды моделей системы «учитель – ученик»:

- кибернетические или функциональные модели; в них дидактическая система рассматривается как «черный ящик», внутреннее устройство которого неизвестно. Поведение такого «черного ящика» может описываться математическим уравнением, графиком или таблицей, которые связывают выходные реакции системы с ее внутренним состоянием и внешним воздействием. Структура и принципы действия такой модели не имеют ничего общего с исследуемым дидактическим объектом, но функционирует она похожим образом. Например, компьютерная программа, решающая систему уравнений и строящая график зависимости количества знаний ученика от времени;

- структурные модели – это модели, имеющие такую же структуру, что и изучаемый дидактический объект или процесс. К таким моделям относятся блок-схема школьного курса биологии, графические и материальные модели органических молекул, учебные макеты скелета и тела человека и т. д.;

- информационные модели, представляющие собой совокупность специальным образом подобранных величин и их конкретных значений, которые характеризуют исследуемый объект. Выделяют вербальные (или словесные), табличные, графические и математические информационные модели. Например, информационная модель студента, содержащая оценки за экзамены и проверочные работы; модель учебного процесса, состоящая из таблицы, в которой перечислены названия учебных предметов, темы, количество часов, контрольные и лабораторные работы и т. д.

По отношению ко времени выделяют:

- статические модели, состояние которых не изменяется с течением времени (семантическая сеть понятия, когнитивная схема решения задачи, структура системы образования);

- динамические модели, представляющие собой функционирующие объекты, состояние которых непрерывно изменяется (компьютерные модели simSchool system [8], отслеживающие изменение нескольких характеристик учеников с течением времени).

По способу представления состояния системы различают:

- дискретные модели обучения, в которых ученик заменяется автоматом, – воображаемым дискретным устройством, изменяющим свое внутреннее состояние и преобразующим входные сигналы в выходные в соответствии с заданными правилами;

- непрерывные модели, в которых протекают непрерывные процессы, и характеристики состояния объекта изменяются плавно. Например, компьютерные модели, основанные на решении дифференциальных уравнений, связывающих скорость увеличения знаний ученика с требованиями учителя.

По степени случайности моделируемого процесса выделяют:

- детерминированные модели, в которых не учитываются случайные факторы, а изменения состояния системы однозначно определяются ее внутренним состоянием в текущий момент времени и внешним воздействием. Например, система уравнений, связывающая количество знаний ученика с распределением учебного материала по классам;

- стохастические модели, функционирующие подобно вероятностным автоматам; их внутреннее состояние и реакции на выходе в следующий момент времени задаются матрицей вероятностей. Например, вероятностная модель ученика, в которой по мере обучения увеличиваются вероятности правильных переходов из одного состояния в другое.

По способу реализации различают:

- абстрактные модели, т. е. мысленные модели, существующие только в нашем воображении. Например, структура алгоритма деятельности ученика может

быть представлена с помощью когнитивной схемы или графа, а процесс формирования навыка может быть описан функциональной зависимостью или системой дифференциальных уравнений. К абстрактным моделям также можно отнести различные графические модели, схемы, структуры и анимации;

- материальные (или физические) модели представляют собой неподвижные макеты либо действующие устройства, функционирующие в чем-то подобно исследуемому дидактическому объекту или процессу. Например, гидравлическая модель обучения, в которой объем усвоенных знаний пропорционален объему жидкости, попавшей в сосуд.

Нас будут интересовать абстрактные модели, которые в свою очередь подразделяются на вербальные (дескрипторные), математические и компьютерные. К вербальным или текстовым моделям относятся последовательности утверждений на естественном или формализованном языке, описывающие объект познания на качественном уровне. Математические модели образуют широкий класс знаковых моделей, в которых используются логические условия, алгебраические или дифференциальные уравнения и случайные величины [4, с. 3–10; 5]. Для исследования математической модели применяют аналитический или численный метод (т. е. с помощью ПЭВМ). Компьютерные (или имитационные) модели представляют собой алгоритм или компьютерную программу, имитирующую поведение исследуемой системы «учитель – ученик» [6]. При этом применяются методы численного решения системы дифференциальных уравнений, автоматный или мультиагентный подходы [4; 7, с. 47–52; 8].

Пример имитационного моделирования обучения

При компьютерном моделировании системы «учитель – ученик» в самом грубом приближении считается, что все элементы учебного материала (ЭУМ) усваиваются одинаково легко и прочно, а забываются одинаково быстро. Более точные результаты получаются при использовании многокомпонентных моделей обучения, основанных на делении знаний ученика на несколько категорий в зависимости от прочности их запоминания и скорости забывания.

Известно, что знания, включенные в учебную деятельность ученика, запоминаются прочнее, а забываются медленнее. Для каждого конкретного ученика вся изучаемая в школе информация может быть разделена на две категории: 1) полезные П-знания, которые часто используются на практике, в повседневной жизни и в последующем обучении; 2) неиспользуемые (бесполезные) Б-знания, которые ученик редко применяет в дальнейшем. Например, изучив нуклеотиды, входящие в состав РНК, ученик-гуманитарий не будет ежедневно использовать эту информацию и поэтому быстро ее забудет. Знания, относящиеся к истории, литературе и т. д., будут запоминаться прочнее, потому что ученик их использует, обсуждая соответствующие книги, фильмы, доклады.

Обучение в школе реализуется в соответствии с принципами «от простого к сложному» и «от конкретного к абстрактному». В начальной школе ученики учат-

ся читать и считать, приобретают важные знания, которые необходимы каждому человеку в течение всей его жизни. В 5–8-х классах школьники знакомятся с основами наук, усваивая информацию, имеющую более высокую степень абстрактности; эти знания используются в последующем обучении. Знания, изучаемые в 9–11 классах, еще сильнее оторваны от повседневной жизни и в еще меньшей степени используются в дальнейшем. По мере перехода от начальной школы к старшим классам доля П-знаний уменьшается, а доля Б-знаний, не используемых в последующей жизни, растет. Рассмотрим модель обучения в школе и вузе, которая учитывает: 1) распределение учебного материала по классам; 2) зависимость степени использования знаний в повседневной жизни и в последующем обучении от времени; 3) разделение П- и Б-знаний ученика на прочные и непрочные знания, забывающиеся с разными скоростями.

Пусть состояние ученика в каждый момент времени характеризуется матрицами: 1) $Z_i^П$ – количество непрочных П-знаний, используемых на практике; 2) $N_i^П$ – количество прочных П-знаний (навыков); 3) $Z_i^Б$ – количество непрочных Б-знаний, не используемых на практике; 4) $N_i^Б$ – количество прочных Б-знаний (навыков). Индекс i показывает, в каком классе эти знания были впервые изучены. При обучении в i -м классе ученик усваивает новый материал, количество непрочных знаний растет, и они частично переходят в прочные; $Z_i^П$, $N_i^П$, $Z_i^Б$, $N_i^Б$ увеличиваются. Предлагаемая модель обучения выражается уравнениями:

$$\frac{dZ_i^Б}{dt} = k(v_i^Б - \alpha Z_i^Б) - \gamma_1 Z_i^Б, \quad \frac{dN_i^Б}{dt} = k\alpha Z_i^Б - \gamma_2 N_i^Б, \quad Z_n^П = Z_i^П + N_i^П,$$

$$Z_n^Б = Z_i^Б + N_i^Б, \quad Z_n^П = \sum_{i=1}^{11} Z_n^П, \quad Z_n^Б = \sum_{i=1}^{11} Z_n^Б, \quad Z_n = Z_n^П + Z_n^Б.$$

Номер класса обозначим через j . Во время обучения, если $i = j$ (изучается материал, соответствующий номеру класса), то $k = 1$, и знания $Z_i^П$ увеличиваются со скоростью $v_i^П$, одновременно переходя со скоростью $\alpha Z_i^П$ в прочные знания $N_i^П$; а иначе $k = 0$. Коэффициент $\alpha = 0,003$ УЕВ характеризует скорость перехода непрочных знаний в прочные во время обучения ($k = 1$), а коэффициенты забывания $\gamma_1 = 0,005$ УЕВ и $\gamma_2 = \frac{\gamma_1}{2,72}$ – скорости уменьшения прочных и непрочных знаний за счет забывания. Если в j -м классе повторяется материал i -го класса ($i < j$), то скорость увеличения знаний за i -й класс в результате повторения пропорциональна разности между требуемым уровнем L_i и имеющимися знаниями $Z_n^П$ за i -й класс; q_i – коэффициент повторения. Обучаясь в седьмом классе ($j = 7$) ученик повторяет и использует материал за 1–6 классы (т. е. $i < j$), а после окончания школы – за все 11 классов. Поэтому во время обучения в школе

$q_i = 0$, если $i \geq j$, и $q_i = 0,1$, если $i < j$. После окончания обучения человек использует знания менее интенсивно, будем считать, что $q_i = 0,05$.

За условную единицу времени примем 1 мес. = 1 УЕВ, тогда 1 год = 12 УЕВ. Для простоты объединим каникулы и будем считать, что школьник в течение года = 9 мес. = 9 УЕВ непрерывно обучается, а остальное время – отдыхает. Скорость усвоения новой информации (в ЭУМ/месяц) пропорциональна скорости сообщения учебной информации учителем или суммарному количеству информации, изучаемой школьником в течение года. Анализируя школьные учебники и программы, мы пришли к выводу, что скорость сообщения учебного материала может быть задана массивом $v_i = (5, 6, 7, 9, 12, 16, 22, 30, 40, 52, 66)$, а доля знаний, используемых на практике – массивом $p_i = (1, 1, 0,9, 0,8, 0,75, 0,7, 0,65, 0,6, 0,5, 0,4, 0,4)$. Тогда скорости поступления и усвоения П-знаний и Б-знаний в i -м классе равны: $v_i^П = p_i v_i$, $v_i^Б = (1 - p_i) v_i$. Количество сообщенных знаний в i -м классе. Общее количество информации, сообщенное ученику с начала обучения ($t = 0$)

до окончания j -го класса $I_j = \sum_{i=1}^j L_i = L_1 + L_2 + \dots + L_j$.

Программа ПП-1 (Free Pascal)

```
uses crt, graph; const a=3E-3; g1=5E-3; dt=0.01; DL=16; ee=2.72; Y=650;
Mt=3; M=0.12; v:array[1..DL] of integer=(5,6,7,9,12,16,22,30,40,52,66,
70,70,70,70,70); p:array[1..DL] of single=(1,1,0.9,0.8,0.75,0.7,0.65,0.6,
0.5,0.4,0.4,0.3,0.25,0.25,0.2,0.2); var ZZP,ZZN,SZ,VV,Inf,t,q,g2: single;
c,i,j,k,DV,MV,x:integer; Lp,Lb,vb,vp,Zp,Np,Zb,Nb: array[1..DL] of single;
BEGIN DV:=Detect; InitGraph(DV,MV,''); For i:=1 to DL do begin vp[i]:=
v[i]*p[i]; vb[i]:=v[i]*(1-p[i]); Lp[i]:=vp[i]*9; end; g2:=g1/ee;
Repeat t:=t+dt; c:=1; If (round(t) mod 12>=9)or(t>12*DL-3) then c:=0;
circle(20+round(Mt*t),Y+10-c*5,1); j:=round(t) div 12+1; SZ:=0; ZZP:=0;
ZZN:=0; If t>12*DL-3 then j:=11; For i:=1 to DL do begin k:=0; If i=j
then k:=c; Inf:=Inf+k*v[j]*dt; q:=0; If i<j then q:=0.1; If t>12*DL-3
then q:=0.05; VV:=q*p[i]*(Lp[i]-Zp[i]); Zp[i]:=Zp[i]+k*vp[i]*dt-g2*Np[i]*dt+
VV*dt-g1*Zp[i]*dt; Np[i]:=Np[i]+k*a*Zp[i]*dt-g2*Np[i]*dt; Zb[i]:=
Zb[i]+k*(vb[i]-a*Zb[i])*dt-g1*Zb[i]*dt; Nb[i]:=Nb[i]+k*a*Zb[i]*dt-g2*
Nb[i]*dt; ZZP:=ZZP+Zp[i]+Np[i];ZZN:=ZZN+Zb[i]+Nb[i]; SZ:=ZZP+ZZN; x:=10;
circle(20+round(Mt*t),Y-round(M*(Zp[x]+Np[x]+Zb[x]+Nb[x])),1); end;
circle(20+round(Mt*t),Y,1); For i:=1 to DL do begin ircle(20+round(Mt*t),
Y-round(M*(SZ)),1);circle(20+round(Mt*t),Y-round(M*(ZZP)),1); end;
circle(20+round(Mt*t),Y-round(M*Inf),1); until (KeyPressed)or(t>400);
Repeat until KeyPressed; CloseGraph; END.
```

Результаты моделирования представлены на рис. 2. Видно, что во время обучения увеличиваются $I(t)$, количество полезных знаний $Zn^П(t)$ и суммарных знаний $Zn(t)$; во время каникул и после окончания школы происходит уменьшение знаний из-за забывания. Знания $Zn_8(t)$, изученные в 8-м классе, в большей степени используются на практике, чем знания $Zn_{11}(t)$ за 11-й класс, и поэтому забываются медленнее. Для моделирования обучения в школе и вузе (всего 16 лет) ис-

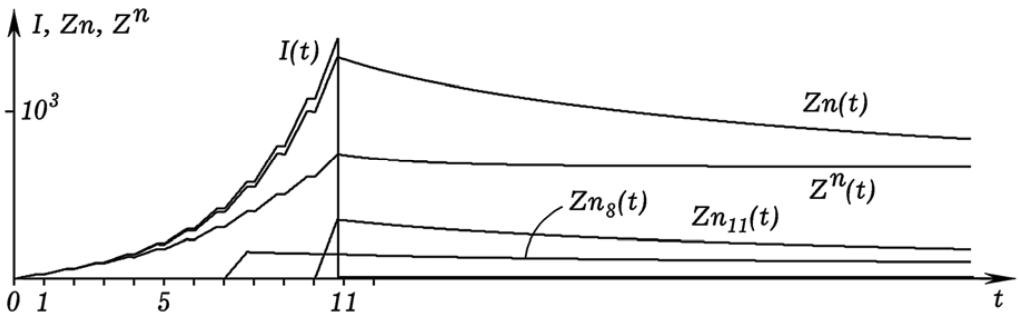


Рис. 2. Моделирование обучения в школе (11 лет)

пользуется программа ПР-1. При этом для $i = 12, \dots, 16$ (годы обучения в вузе) заданы $v_i = (70, 70, 70, 70, 70)$ и $b_i = (0.3, 0.25, 0.25, 0.2, 0.2)$. Результаты представлены на рис. 3.

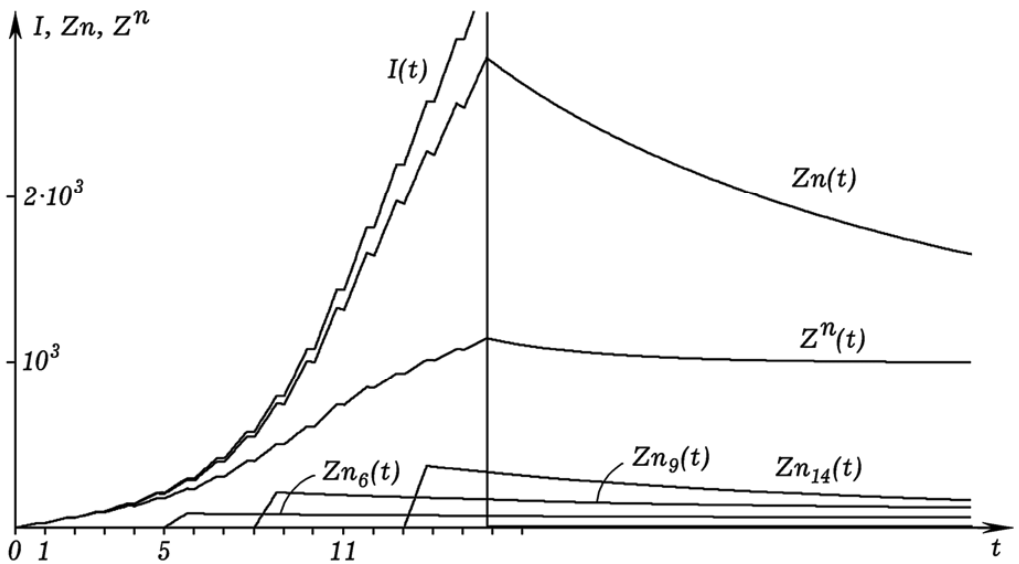


Рис. 3. Результаты моделирования обучения в школе (11 лет) и вузе (5 лет)

В статье рассмотрена классификация моделей, применяемых для изучения дидактических систем. Особое внимание уделено методам математического имитационного моделирования на компьютере, опирающимся на методологию мягких систем. Предложена математическая модель обучения, учитывающая: 1) деление всех знаний ученика или студента на часто используемые П-знания и редко используемые Б-знания; 2) деление П-знаний и Б-знаний на прочные и непрочные знания; 3) длительность учебного года и каникул; 4) распределение учебной информации по

классам; 5) степень использования знаний в повседневной жизни и в последующем обучении. Показано, что подобные модели позволяют отследить изменение знаний некоторого гипотетического ученика–студента во время обучения в школе и вузе.

Литература

1. Гребенюк О.С., Гребенюк Т.Б. Теория обучения: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Владос–Пресс, 2003.
2. Ядровская М.В. Модели в педагогике // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 366.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2001.
4. Кудрявцев В.Б., Вашик К., Строгалов А.С., Алисейчик П.А., Перетрухин В.В. Об автоматном моделировании процесса обучения // Дискретная математика. 1996. Т. 8. Вып. 4.
5. Свиридов А.П. Статистическая теория обучения: Монография. М.: Изд-во РСГУ, 2009.
6. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Мир, 1978.
7. Ивашкин Ю.А., Назойкин Е.А. Мультиагентное имитационное моделирование процесса накопления знаний // Программные продукты и системы. 2011. № 1.
8. Gibson D., Jakl P. Data challenges of leveraging a simulation to assess learning. West Lake Village, CA., 2013 [Electronic resource] // Access mode: http://www.curve-shift.com/images/Gibson_Jakl_data_challenges.pdf.

Mayer R.V., *Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

Imitating Modeling of the Training Process as One of the Modern Didactics Methods

The various kinds of models of the didactic systems (determined and stochastic, static and dynamic etc.) are discussed, the mathematical and computer modeling problems of the training process is considered. The offered multicomponent model of training at school and high school takes into account: 1) the divisions of the knowledge of a pupil or student on frequently and seldom used knowledge; 2) the divisions of knowledge into strong and weak knowledge; 3) the distributions of the educational information on classes. The computer program and turning out graphs of the pupil's knowledge in dependence on time is submitted.

Key words: *didactics, didactic system, forgetting, information-cybernetic approach, computer modeling, training.*