

Р. В. Майер

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ

79

Дальнейшее развитие теоретической педагогики и теории обучения тесно связано с использованием методов математического и компьютерного (имитационного) моделирования процесса обучения. Обсуждаются трудности и особенности применения формальных методов для исследования дидактических систем, выявлены основные этапы создания имитационных моделей, предложена компьютерная модель процесса изучения совокупности несвязанных элементов учебного материала (на примере букв алфавита), представлены получающиеся графики изменения количества знаний ученика и его мотивации с течением времени. Методологической основой исследования являются работы по математической теории обучения, изучению плохоформализуемых слабоструктурированных систем, когнитивному управлению, имитационному моделированию, нечеткой логике, методологии мягких систем.

Further development of theoretical pedagogy and the theory of learning is closely connected to the use of mathematical and digital techniques in learning process simulations. This article explores formal methods for studying a didactic system as well as difficulties in employing them. The author describes key stages of simulation development and presents a simulation of unrelated study material elements (using letters of the alphabet as an example). The charts show temporal changes in students' knowledge and motivation. Research works on the mathematical theory of learning, and the analysis of semi-formalized and semistructured systems, research into cognitive and simulation management, fuzzy logic and soft system methodology comprise the methodological framework for the study.

Ключевые слова: алфавит, дидактика, имитационное моделирование, знания, ученик, учитель.

Keywords: alphabet, didactics, simulation, knowledge, student, teacher.

Введение

Проблема разумного сочетания содержательно-гуманитарного и формально-логического подходов для анализа учебного процесса неоднократно поднималась различными учеными-дидактами [10]. Результатом применения формально-логического подхода стало создание математической теории обучения (МТО). Она содержит систему аксиом, опирающихся на результаты психологических исследований, на основе которой создаются различные математические модели процесса обуче-



ния и выводятся следствия [11; 14]. Развитие ИКТ предопределило появление и использование метода имитационного (или компьютерного) моделирования, заключающегося в написании компьютерной программы, имитирующей поведение системы «учитель – ученик», и проведении с ней серии вычислительных экспериментов. Он позволяет изучить различные математические модели дидактических систем (ДС) с помощью компьютера, исследовать их поведение при различных параметрах ученика и распределениях учебного материала с целью установления закономерностей функционирования и оценки эффективности различных стратегий управления обучением.

80

Ситуация осложняется тем, что наличие человека (ученика и/или учителя) в дидактической системе превращает ее анализ в плохоформализуемую проблему [6]. Ее решение требует применения методов моделирования слабоструктурированных и плохоформализуемых систем, функционирующих в условиях неопределенности, которая обусловлена недостатком информации о состоянии объекта и незнанием закономерностей протекания изучаемых процессов. Удобным методом для исследования ДС является нечеткое когнитивное моделирование [1; 3], основывающееся на методологии мягких систем [20] и объединяющее аналитические, статистические, лингвистические описания анализируемых процессов. Его преимущество состоит в возможности математической формализации численно неизмеримых качеств объектов и использования нечеткой системологии [15].

Настоящая статья посвящена: 1) обсуждению особенностей и определению важнейших принципов имитационного моделирования дидактических систем; 2) построению модели изучения совокупности несвязанных элементов учебного материала (на примере букв алфавита). Она опирается на работы по психологии и дидактике [5; 7], общей теории моделирования [12; 13; 17], математической теории обучения [14], моделированию слабоструктурированных систем [2; 4], когнитивному управлению [3], моделированию дидактических объектов [8; 9], нечеткой логике [15], методологии мягких систем [20].

Трудности исследования дидактических систем

Применение методологии моделирования плохоформализуемых слабоструктурированных систем, методологии мягких систем, а также нечеткой логики к анализу процесса обучения позволяет выделить следующие особенности ДС, существенным образом осложняющие их исследование.

1. Неполнота информации о ДС: принципиально невозможно абсолютно полно охарактеризовать состояние учителя и ученика, учитывая все особенности их жизненного опыта, знания и навыки, деловые качества, психологические особенности.

2. Субъективность оценок состояния ученика, сложности учебного материала и т. д., даваемых экспертами: из-за индивидуальных особенностей экспертов, их стереотипов и предпочтений почти всегда оценка эксперта кроме объективной составляющей содержит субъективную.



3. Нечеткость и многокритериальность целей и задач ДС: цель и задачи системы «учитель – ученик» часто формулируется нечетко (то есть «размыто»), что приводит к появлению «диапазона допустимости». Кроме того, они распадаются на несколько подцелей и подзадач.

4. Неопределенность множества характеристик ДС: количество и состав входных и выходных переменных, описывающих особенности и состояние ученика, а также оказываемое на него педагогическое воздействие неопределенно и задается исследователем.

5. Неопределенность информации о состоянии ДС: точная информация об уровне знаний, умений и навыков ученика неизвестна, состояние ДС определяется с погрешностью. Это приводит к использованию расплывчатых формулировок качественного характера, выражающихся в вербальной форме: «твердые знания», «сформированы умения», «овладел навыками» и т. д.

6. Отсутствие формального описания закономерностей функционирования ДС: невозможно математически строго охарактеризовать законы усвоения и забывания, связь между педагогическим воздействием учителя и приростом знаний ученика, а также другие взаимозависимости элементов системы, что обусловлено их сложностью и малоизученностью.

7. Низкая предсказуемость поведения ДС: из-за влияния огромного количества различных факторов результат управляющего и дидактического воздействия учителя на учеников точно предсказать невозможно. Отклик ДС на внешнее воздействие можно предвидеть лишь с некоторой вероятностью.

8. Наличие большого числа характеристик состояния ДС: состояние системы «учитель – ученик» определяется совокупностью количественных и качественных характеристик учебного материала и самой ДС, которые связаны друг с другом.

9. Сложность и низкая структурируемость изучаемого материала: знания ученика и учителя образуют сложную систему, имеющую нечеткую структуру и содержащую большое число элементов, связанных между собой многочисленными нечеткими связями.

Методология имитационного моделирования ДС

Математическое моделирование ДС связано с огрублением проблемы и требует абстрагирования от несущественных факторов и свойств системы. Получающаяся модель должна отражать существенные стороны дидактического процесса и быть полезной с практической точки зрения. Мнение о бесполезности математического описания ДС легко опровергнуть. Например, оценки полученные учеником в течение четверти, можно рассматривать как информационную модель его учебной деятельности. Каждый учитель, оценивая ответ ученика по конкретной предмету, как бы проецирует его знания на соответствующую плоскость требований. Хотя погрешность использования пятибалльной шка-



лы велика, результаты подобного «измерения» количества знаний безусловно полезны: они стимулируют учебную активность ученика и повышают результативность обучения.

Как отмечал Р. Шеннон, эксперт, занимающийся имитационным моделированием, должен владеть искусством подбора параметров и функциональных зависимостей [16]. Компьютерную программу, моделирующую функционирование системы «учитель – ученик», можно рассматривать как устройство, вычисляющее элементы матрицы $Z(t) = (Z_1, Z_2, \dots, Z_k)$, характеризующей знание учеником определенной совокупности элементов учебного материала (ЭУМ). При этом учитываются психологические закономерности усвоения и забывания учеником сообщаемой информации. Результат моделирования зависит от параметров ученика, распределения учебного материала, требований учителя и т. д. Модель должна удовлетворять *принципу соответствия*: ее параметры должны быть подобраны так, чтобы при заданном разумном воздействии учителя на ученика его уровень знаний $Z(t)$, предсказываемый моделью, соответствовал реальному количеству знаний $Z'(t)$ успешного ученика, которое может быть измерено методом тестирования.

Следует помнить, что метод имитационного моделирования не имеет строгого обоснования и является *эвристическим*. Выделим *основные этапы создания имитационной модели ДС*:

1. Определяется цель моделирования, которая может состоять в изучении динамики формирования навыка, построении графика изменения знаний ученика, обосновании гипотезы о преимуществе той или иной методики и т. д.

2. Выбирается конкретная дидактическая система и строится ее качественная модель, состоящая из учителя, учеников, связей, выявляются основные факторы, влияющие на ее поведение, задается распределение учебного материала и его характеристики.

3. Создается количественная модель ученика, учителя или дидактического процесса. Она представляет собой систему математических уравнений, которые отражают психологические закономерности усвоения и забывания, особенности используемой методики обучения.

4. Делаются определенные допущения и предположения о характере функциональных зависимостей, связывающих отклик системы с тем или иным воздействием, выбирается масштаб по времени и задается распределение учебного материала максимально соответствующее анализируемой ситуации.

5. Разрабатывается алгоритм, моделирующий поведение ДС; на его основе создается компьютерная программа, которая рассчитывает состояние ДС в последующие моменты времени, строит графики, диаграммы и т. д.

6. Подбираются параметры ученика (коэффициенты усвоения и забывания и т. д.) так, чтобы они соответствовали реальному протеканию процесса обучения, результатам педагогического наблюдения или эксперимента.



7. Проводится серия компьютерных симуляций функционирования ДС при различных параметрах ученика, воздействиях учителя, распределениях учебной информации, зависимостях отклика составляющих ее подсистем от влияния внешних и внутренних факторов.

8. На основе анализа получающихся результатов и их сопоставления с известными фактами корректируются цели моделирования, качественная модель (то есть структура ДС), количественная модель (система уравнений), параметры ученика, распределение учебного материала, зависимость уровня требований учителя от времени до тех пор, пока не будет получен новый неочевидный результат моделирования.

Дидактический процесс состоит из совокупности взаимосвязанных действий и тоже является системой. В соответствии с *принципом много-модельности* любая достаточно сложная система может быть структурирована и промоделирована несколькими способами. Это обуславливает существование целого ряда различных подходов к построению математической и компьютерной модели ДС или процесса обучения. Нами использованы различные методы моделирования ДС; предложенные модели можно разделить на следующие категории [11; 18; 19]: 1) непрерывные однокомпонентные и многокомпонентные модели, требующие решения системы дифференциальных уравнений; 2) стохастические дискретные модели, в которых ученик моделируется вероятностным автоматом; 3) модели с изменяющимся коэффициентом забывания; 4) модели, учитывающие зависимость коэффициента обучения от скорости передачи информации и усталости ученика; 5) оптимизационные модели, позволяющие найти эффективный путь обучения; 6) модели, в которых используется мультиагентный подход и метод статистических испытаний; 8) модели, позволяющие изучить усвоение и забывание осмысленной (логически связанной) информации.

Создание имитационной модели ДС

В качестве примера использования метода имитационного моделирования для исследования ДС рассмотрим компьютерную модель изучения букв алфавита. Каждая буква — независимый ЭУМ, который запоминается в результате многократных повторений. Обычно для запоминания букв используются специальные методические пособия, состоящие из картинок с изображениями букв и предметов, названия которых начинаются с данной буквы. Упрощенный алгоритм работы учителя в течение одного занятия, на котором изучаются первые i_m букв ($i = 1, 2, 3, \dots, i_m$), состоит в многократном повторении следующей последовательности действий (рис. 1,а): учитель показывает i -ю букву, ученик пытается назвать ее. В случае ошибки учитель напоминает название буквы, ученик повторяет правильный ответ. Если время занятия не закончилось, учитель переходит к следующей $(i + 1)$ -й букве, ученик, глядя на соответствующую картинку, пытается назвать ее. На практике буквы предъявляются в случайном порядке, однако в нашей модели

будем считать, что номер изучаемой буквы i увеличивается от 1 до i_m , а затем снова становится равным 1 и т.д. На каждом следующем уроке учитель изучает первые $i_m + \Delta b$ букв (то есть на Δb букв больше), где $\Delta b = 0, 1, 2$ или 3 в зависимости от применяемой методики. Видимо, аналогичным образом изучается любая совокупность логически не связанных ЭУМ (цифры, иностранные слова, термины и т.д.), которые требуют механического запоминания и плохо ассоциируются с другими ЭУМ.

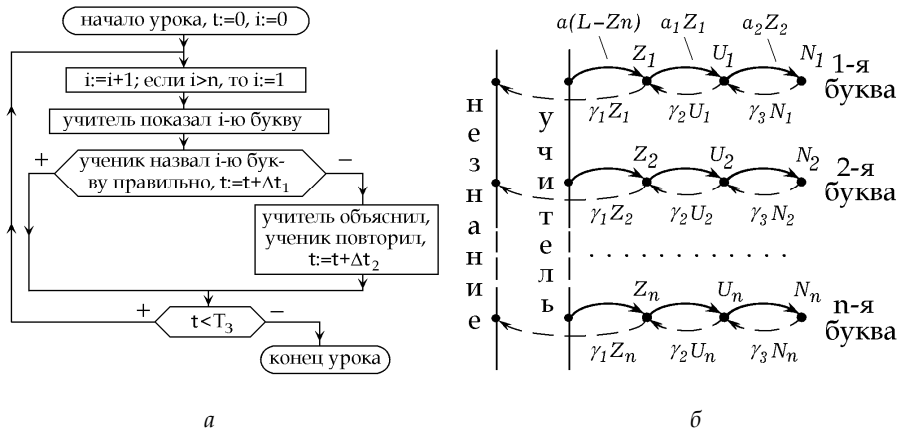


Рис. 1. Алгоритм изучения алфавита:
 a – последовательность действий; b – когнитивная схема обучения

Для моделирования будем использовать трехкомпонентную модель обучения [11], согласно которой знания ученика Zn_i складываются из непрочных знаний Z_i , знаний средней прочности U_i и прочных знаний N_i : $Zn_i = Z_i + U_i + N_i$, где i – номер буквы. При обучении у ученика появляются непрочные знания, а затем они частично становятся прочными (рис. 1, b). Скорость этого процесса определяется коэффициентами a , a_1 и a_2 . После окончания занятий начинается забывание, сопровождающееся обратным переходом прочных знаний в непрочные, а затем в «незнание» и характеризующееся коэффициентами забывания γ_1 , γ_2 , γ_3 ($\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3$). Знания учеником всех n букв определяются матрицей

$$Zn = \begin{pmatrix} Z_1 & Z_2 & \dots & Z_n \\ U_1 & U_2 & \dots & U_n \\ N_1 & N_2 & \dots & N_n \end{pmatrix}.$$

Учитель показывает ребенку i -ю букву, а тот ее вспоминает и называет. Если ответ правильный, учитель хвалит ученика. На все это затрачивается время $\Delta t_1 = 0,005 + \exp(-3Zn_i) / 60$ (ч), которое с ростом Zn_i



убывает. В случае неправильного ответа учитель исправляет ребенка, показывает ему картинки, называет соответствующие ассоциации и т.д. На это уходит $\Delta t_2 = 1/60$ ч. В обоих случаях Z_i , U_i и N_i увеличиваются на

$$\Delta Z_i = a(1 - Zn_i) - a_1 Z_i, \quad \Delta U_i = a_1 Z_i - a_2 U_i, \quad \Delta N_i = a_2 U_i,$$

где $a_1 = a/2,72$, $a_2 = a_1/2,72$. Из-за забывания прочные знания частично превращаются в менее прочные, а менее прочные частично забываются

$$Z_i^{t+1} = Z_i^t - \gamma_1 Z_i^t \Delta t,$$

$$U_i^{t+1} = U_i^t + \gamma_1 Z_i^t \Delta t - \gamma_2 U_i^t \Delta t,$$

$$N_i^{t+1} = N_i^t + \gamma_2 U_i^t \Delta t - \gamma_3 N_i^t \Delta t.$$

Коэффициент усвоения новой информации a сильно зависит от мотивации ученика и его отношения к занятиям. Чем чаще ученик ошибается (а учитель исправляет ошибки), тем ниже его мотивация M . Чем больше число правильных ответов R , тем его мотивация M выше. При большом числе ошибок E мотивация M снижается, и продолжение занятий требует волевых усилий со стороны учителя и ученика. Будем считать, что ощущение успеха складывается: 1) из успеха на предыдущем занятии, который характеризуется оценкой $O = R/(R + E)$, показывающей долю правильных ответов; 2) из успеха на текущем занятии, уменьшающегося по мере увеличения количества ошибок E ученика. В предлагаемой модели

$$a = \alpha M,$$

$$M = M_1 + M_2, \quad M_1 = \begin{cases} 2(O - 0,5), & O > 0,5, \\ 0, & O \leq 0,5; \end{cases} \quad M_2 = 0,2 + \frac{0,8}{1 + \exp(0,5(E - 10))}.$$

Допустим, что ребенок изучает $N = 30$ букв. Занятия проводятся каждый день в соответствии с алгоритмом, представленным на рис. 1, а. На первом уроке учитель обучает ученика одной букве, на каждом следующем число изучаемых букв i_m увеличивается на Δb до тех пор, пока не достигнет 30; после этого i_m не изменяется. Учитель на каждом занятии требует от ученика знания нового и ранее изученного материала. Если $\Delta b = 1$, то уровень требований к ученику растет со скоростью $v_L = 1$ букв./урок по закону $L(j) = 1 + j$, если $j \leq 28$; $L(j) = 30$, если $j > 29$, где j - номер занятия. Шаг по времени $\Delta t = 1/1800 = 2$ с. Использовалась компьютерная программа, написанная на языке *Pascal*. Анализировались следующие ситуации: 1) длительность занятий T_3 не изменяется и составляет 1 ч независимо от успехов ученика; 2) продолжительность занятий T_3 возрастает от 3 мин до 1 ч по закону $T_3 = 0,05 + 0,025j$ (ч), а затем остается постоянной $T_3 = 1$ ч; 3) занятия продолжаются до тех пор, пока ученик не совершит определенное число ошибок $E_m = 12$.

В ситуации 1 ($T_3 = 1$ ч) при $v_L = 1$ букв./урок графики $Zn(t)$, $U(t) + N(t)$ и $N(t)$ для среднего ученика (коэффициент $\alpha = 0,03$) приведены на рисунке 2, а. С первого занятия ученик совершает ошибки, которые исправляются учителем, его мотивация $M(t)$ незначительно снижается (до 0,7 – 0,8). В целом обучение протекает успешно, к концу изучения всех букв ($j = 30$) уровень знаний $Zn(t)$ отстает от уровня требований $L(t)$ на 15 – 20 %. При $j > 40$ число ошибок E снижается почти до нуля, мотивация $M(t)$ возрастает до 1. Вертикальные штрихи на графике $M(t)$ соответствуют уменьшению мотивации из-за снижения $M_2(t)$ в течение занятий. При $j = 60$ количество знаний ученика $Zn = 30$, доля прочных знаний $D_N = N / Zn = 0,72$. Рассмотрим несколько успешных учеников с коэффициентом α из промежутка от $\alpha_2 = 0,025$ до $\alpha_1 = 0,05$. Их уровень знаний $Zn(t)$, доля прочных знаний $D_N(t)$ и мотивация $M(t)$ изменяются в выделенных областях, ограниченных кривыми 1 и 2 (рис. 2, а). Невысокому значению коэффициента α_2 отвечает менее быстрое повышение $Zn(t)$, $D_N(t)$ и график $M(t)$, расположенный ниже.

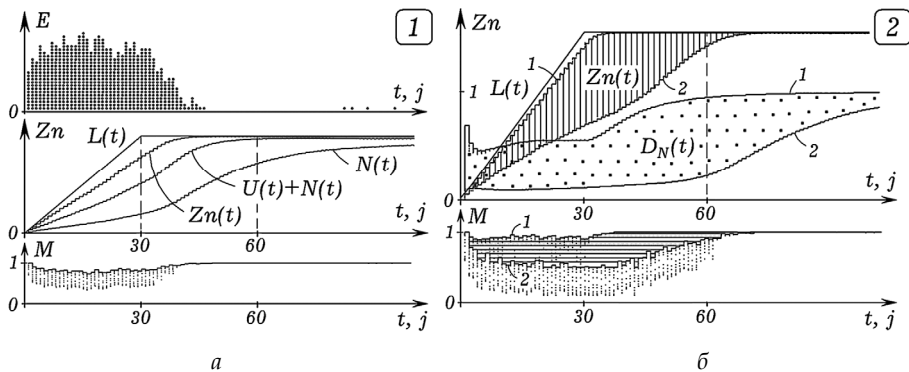


Рис. 2. Моделирование ситуации 1 ($T_3 = 1$ ч):
а – графики $Zn(t)$, $V(t) + N(t)$, $N(t)$ для среднего ученика;
б – области изменения $Zn(t)$, $Dn(t)$, $M(t)$

На рисунке 3 представлены результаты моделирования ситуации 2 (длительность занятий растет, а затем остается постоянной $T_3 = 1$ ч) для случаев, когда L увеличивается со скоростью: 1) две буквы за урок ($v_L = 2$ букв./урок, весь алфавит за 15 занятий); 2) одна буква за два урока ($v_L = 0,5$ букв./урок, весь алфавит за 60 занятий). В первом случае уровень требований L возрастает очень быстро, ученик во время занятий совершает большое количество ошибок E , которое сначала увеличивается, а затем по мере обучения уменьшается до нуля (рис. 3, а). При больших E мотивация низкая, а когда количество ошибок E уменьшается, мотивация M возрастает до 1. В случае когда L растет со скоростью 0,5 букв./урок (рис. 3, б), количество ошибок, совершаемых учеником E , невелико, мотивация ученика M сначала уменьшается, а затем быстро возрастает и остается достаточно высокой.

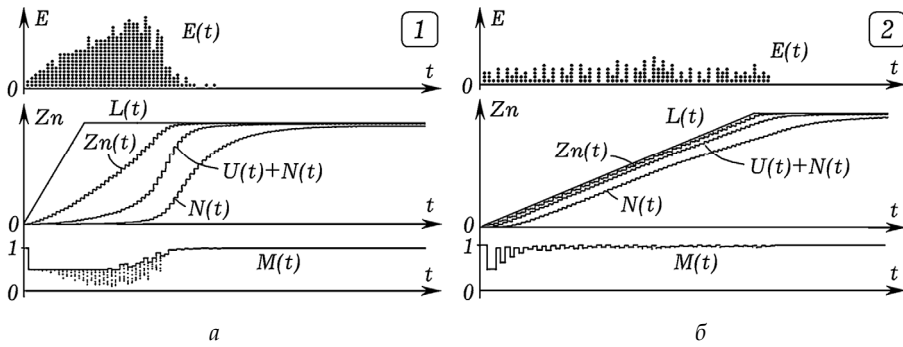


Рис. 3. Моделирование ситуации 2 (T_3 растет, потом постоянно):

- a* – увеличение L со скоростью две буквы за урок;
- б* – увеличение L со скоростью одна буква за два урока

Типичные результаты моделирования ситуации 3, когда занятия прерываются после $E_m = 12$ ошибок при $\alpha = 0,04 - 0,045$ представлены на рисунке 4. Области, ограниченные графиками $Zn(t)$, $U(t)+N(t)$ и $N(t)$, выделены горизонтальной, наклонной и вертикальной штриховкой соответственно. Видно, что мотивация M_1 не опускается ниже 0,5. Чем выше коэффициент усвоения α , тем дольше продолжается занятие, больше доля правильных ответов (оценка O) и выше мотивация M_1 , тем быстрее возрастает общее количество знаний ученика $Zn(t)$ и доля прочных знаний $D_N = N / Zn$.

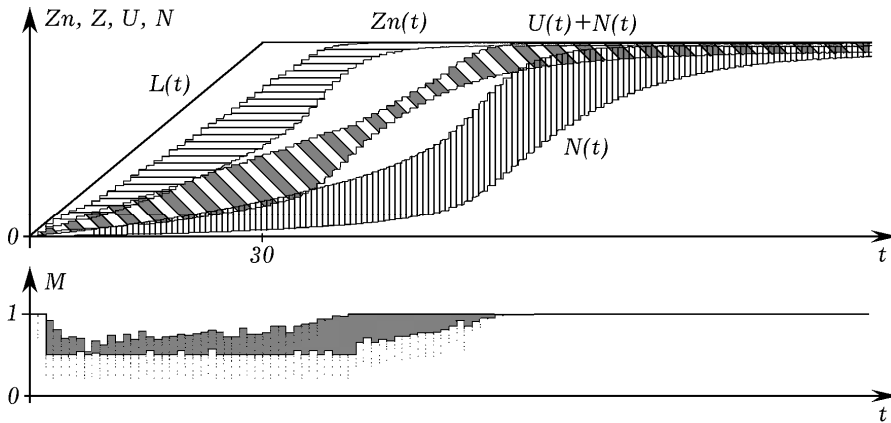


Рис. 4. Моделирование ситуации 3 ($\alpha = 0,04 - 0,045$, $E_m = 12$)

Из результатов моделирования следует, что учителю необходимо следить за психологическим состоянием ученика. При снижении его мотивации рекомендуется уменьшать продолжительность занятия, снижать скорость увеличения уровня требований так, чтобы ученик хотел учиться. В противном случае у ученика исчезает желание продолжать обучение, его результативность падает и для дальнейшей работы требуется волевое усилие со стороны учителя и/или ученика.



Выводы

В статье решены следующие задачи: 1) выделены важные особенности ДС, существенным образом осложняющие их исследование; 2) рассмотрена проблема правильного выбора параметров модели, которая позволяет говорить об искусстве моделирования, сформулирован принцип соответствия; 3) выявлены основные этапы создания имитационной модели ДС; 4) показана необходимость комплексного применения различных подходов к моделированию ДС. Кроме того, предложена модель изучения букв алфавита (или совокупности несвязанных ЭУМ), которая не имеет аналогов, известных автору. При этом показано, что имитационная модель, построенная на данных предположениях и допущениях, достаточно адекватно описывает исследуемую ДС, так как ее отклик на изменение параметров и входных величин соответствует характеру объективно существующих закономерностей учебного процесса. Получены графики, характеризующие динамику роста знаний ученика и его мотивацию при различных методиках обучения. Из них следует, что обучение эффективно, когда ученик испытывает ощущение успеха и имеет высокую мотивацию.

Список литературы

1. *Ажмухамедов И. М.* Нечеткая когнитивная модель оценки компетенций специалиста // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. №2. С. 186–190.
2. *Ажмухамедов И. М., Проталинский О. М.* Методология моделирования плохоформализуемых слабоструктурированных социотехнических систем // Там же. 2013. №1. С. 144–154.
3. *Болбаков Р. Г.* Основы когнитивного управления // Государственный советник. 2015. №1. С. 45–49.
4. *Горелова Г. В.* Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. №3. С. 239–250.
5. *Гребенюк О. С., Гребенюк Т. Б.* Теория обучения : учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М., 2003.
6. *Дахин А. Н.* Педагогическое моделирование: сущность, эффективность и... неопределенность // Стандарты и мониторинг. №4. 2002. С. 22–26.
7. *Зинченко Т. П.* Память в экспериментальной и когнитивной психологии. СПб., 2002.
8. *Козырева О. А.* Методология моделирования профессиональной компетентности педагога // Educational Technology & Society. 2008. №11(1). С. 375–377.
9. *Кулинич А. А.* Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: Подходы и методы // Проблемы управления. 2010. №3. С. 2–16.
10. *Лебедева И. П.*, Математическое моделирование в педагогическом исследовании // Portalus.ru. URL: http://www.portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1192707630&archive=1196815207&start_from=&ucat=& (дата обращения: 20.18.2017).
11. *Майер Р. В.* Кибернетическая педагогика: Имитационное моделирование процесса обучения. Глазов, 2014.



12. *Моделирование* сложных вероятностных систем : учеб. пособие / В.Г. Лисиенко, О.Г. Трофимова, С.П. Трофимов [и др.]. Екатеринбург, 2011.
13. *Петров А. В.* Моделирование систем : учеб. пособие. Иркутск, 2000.
14. *Свиридов А. П.* Статистическая теория обучения : монография. М., 2009.
15. *Флегонтов А. В., Дюк В. А., Фомина И. К.* Мягкие знания и нечеткая системология гуманитарных областей // Программные продукты и системы. 2008. №3. С. 97–102.
16. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М., 1978.
17. *Щербатов И. А., Проталинский И. О.* Математическое моделирование сложных многокомпонентных систем // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2014. Т. 20, №1. С. 17–26.
18. *Maier R. V.* Assimilation and Forgetting of the Educational Information: Results of Imitating Modelling // European Journal of Contemporary Education. 2017. № 6(4). P. 739–747.
19. *Maier R. V.* Imitating model of assimilation and forgetting of the logically connected information // International Journal of Advanced Studies. 2017. Vol. 7, №2. P. 64–73.
20. *Checkland P., Scholes J.* Soft System Methodology in Action. John Wiley & Sons Ltd., 1990.

Об авторе

Роберт Валерьевич Майер — д-р пед. наук, доц., Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко, Россия.

E-mail: robert_maier@mail.ru

The author

Prof. Robert V. Maier, V.G. Korolenko State Pedagogical Institute in Glazov, Russia.

E-mail: robert_maier@mail.ru