ISSN 2304-120X

КОНЦЕПТ

научно-методический электронный журнал

Раздел 13.00.00 Педагогические науки

ART 191046 | 2019, № 6 (июнь) | УДК 37.01:007

Имитационная модель деятельности школьника, читающего текст

Майер Роберт Валерьевич[1]

Глазовский государственный педагогический институт, Глазов, Россия

robert_maier@mail.ru

Аннотация. Обучение и развитие школьников тесно связано с чтением, поэтому повышение эффективности чтения текста – одна из проблем, интенсивно исследуемая различными учеными в области дидактики, психологии и лингвистики. Чтение предполагает извлечение информации из текста, что требует декодирования фонетических связей между буквами и звуками, а также понимания смысла. Результат чтения зависит от параметров чтеца и читаемого им текста. Цели работы: 1) используя информационно-кибернетический подход, создать имитационную модель деятельности чтеца (ученика), учитывающую психологические закономерности восприятия, запоминания и забывания информации, которая позволила бы исследовать основные закономерности чтения текстов; 2) исследовать поведение этой модели при различных параметрах чтеца и текста, объяснить получающиеся результаты. Применяется системно-кибернетический подход, а также методы качественного, математического и компьютерного моделирования. В предлагаемой имитационной модели память человека моделируется тремя массивами, в которых «запоминаются» слоги, слова и предложения. Элементами массивов являются числа из интервалов [0; 1], которые равны вероятностям правильного воспроизведения этих составляющих текста. Распознавание слогов моделируется как случайный процесс с вероятностью 0,05 – 1. Когда ученик правильно прочитал все слоги, он понимает читаемое слово, и соответствующему элементу массива присваивается 1. После прочтения предложения ученик пытается понять его смысл; результат зависит от степени понимания и запоминания слов, составляющих это предложение. Модель учитывает: 1) многоуровневую структуру памяти чтеца; 2) вероятностный характер прочтения слогов, понимания слов и предложений; 3) экспоненциальный закон забывания неосмысленной информации (слогов); 4) логистический закон забывания осмысленной информации (слов, предложений); 5) влияние обратных связей на повторное чтение слов и предложений в случае их непонимания; 6) уменьшение скорости забывания информации при повторном прочтении. В результате имитационного моделирования деятельности ученика, читающего текст, получены графики зависимостей уровня понимания всего текста и отдельных предложений от времени, а также показано, что время прочтения текста сильно зависит от характеристик «чтеца» и параметров текста. Рассмотрены ситуации, когда чтец (ученик) плохо читает слоги, медленно понимает и быстро забывает прочитанное. Используемая компьютерная программа написана в среде Free Pascal и состоит из вложенных циклов, соответствующих чтению слогов, слов и предложений. Новизна заключается в том, что создана имитационная модель чтеца, с помощью которой изучены зависимость количества знаний ученика от времени, зависимость времени работы ученика с текстом от скорости чтения, зависимость степени понимания различных предложений от их порядкового номера при различных параметрах текста.

Ключевые слова: кибернетический подход, компьютерное моделирование, обучение, память, предложение, слово, теория управления, чтение.

Поступила в редакцию *Received*	15.04.2019	Получена положительная рецензия *Received a positive review*	20.05.2019
Принята к публикации *Accepted for publication*	20.05.2019	Опубликована *Published*	30.06.2019

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

---

[1] **Майер Роберт Валерьевич,** доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры физики и дидактики физики ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт», г. Глазов, Россия

Введение

В современном обществе обучение и развитие школьников тесно связано с чтением, под которым понимается извлечение информации из письменного или печатного текста. Повышение эффективности чтения текста на родном или иностранном языке – одна из актуальных проблем, интенсивно исследуемая специалистами по дидактике, инженерной психологии и когнитивной лингвистике. Текст содержит закодированную информацию и выступает в качестве материального носителя фрагмента знаний, передаваемых другим людям. Складывая из букв слова и из слов предложения, чтец решает сложную задачу, пытается понять смысл, заложенный в данном предложении автором текста. Происходит перекодирование прочитанной информации и ее увязывание с имеющейся у человека системой знаний в соответствии с принципом экономичности мышления. Чтение выполняет следующие функции: информационную, познавательную, политико-идеологическую, образовательную, профессиональную, культурную, коммуникативную, практическую и др.

Цели настоящей работы: 1) используя информационно-кибернетический подход, создать имитационную модель деятельности чтеца (ученика), учитывающую психологические закономерности восприятия, запоминания и забывания информации, которая позволила бы исследовать основные закономерности чтения текстов; 2) исследовать поведение этой модели при различных параметрах чтеца и текста, объяснить получающиеся результаты.

Обзор отечественной и зарубежной литературы

Моделирование деятельности ученика, читающего текст, тесно связано со следующими вопросами: 1) когнитивные процессы, проблема восприятия, понимания и запоминания информации человеком (Б. М. Величковский [1]); 2) иерархическая структура памяти, запоминание информации с точки зрения экспериментальной, инженерной и когнитивной психологии (Т. П. Зинченко [2]); 3) структура мозга, обучение чтению, обучение иностранному языку, вопросы, связанные с оптимизацией обучения (Е. А. Умрюхин [3]). Обсуждение закономерностей обучения чтению должно осуществляться с позиций современной дидактической концепции, представленной в работе В. И. Загвязинского [4] и других ученых-дидактов. Особо следует выделить книгу В. М. Кроля [5], в которой анализируются модели механизмов мыслительных процессов, взаимосвязь языка и мышления, проблемы обучения в гипертекстовой среде, а также современные методы и системы обучения.

Психологи считают, что в процессе чтения элементарной операцией является объединение орфографической, фонологической и семантической составляющих восприятия слова, играющего ключевую роль носителя семантической информации. При этом, как отмечает Ю. П. Мелентьева в [6], происходит декодирование фонетических связей между буквами и звуками, а также понимание смысла.

Н. В. Нижегородцева и Т. В. Волкова в статье [7] утверждают, что сначала происходит зрительное восприятие, различение и узнавания букв (слогов). Буквы соотносятся с соответствующими звуками, это приводит к прочитыванию слова, то есть воспроизведению его звукопроизносительного образа (акустическому декодированию). Затем осуществляется соотнесение звуковой формы слова с его значением, во время которого чтец понимает, что он прочитал. Если письмо – это кодирование устной речи, то есть ее транс-

формация в знаковую или буквенную модель, то чтение – обратный процесс декодирования. Обычно различают два аспекта чтения: 1) технический аспект: восприятие, речевые движения, приводящие к декодированию текста и его переводу в устноречевую форму; 2) смысловой аспект: установление значения отдельных слов и смысла высказываний, трансформация авторского кода в свой индивидуальный смысловой код, увязывание полученной информации с имеющейся системой знаний.

Согласно современным представлениям, в процессе чтения задействованы блок зрительного анализатора, речедвигательный, речеслуховой блок, блок смысловой обработки и принятия решений, блок управления и память, а также исполнительные органы: мышцы глаз, губ, языка, рук (Т. С. Маркарова [8]). Чтение вслух – одновременный процесс приема и выдачи речи; при этом чтец зрительно воспринимает текст, проговаривает и прослушивает его. При чтении «про себя» речеслуховой блок исключается; в результате человек экономнее обрабатывает информацию, используя зрительный и речедвигательный блоки. С помощью блока смысловой обработки и принятия решений чтец выбирает, читать дальше или повторить чтение прочитанного фрагмента текста.

Важно понимать, что чтение – это мыслительный процесс, цель которого состоит в извлечении информации из текста, понимании прочитанного; а технический компонент является обеспечивающим его средством. Одно из отличий чтения от восприятия устной речи заключается в том, что каждый человек читает текст со своей скоростью и, при необходимости, может перечитать то или иное предложение. Скорость чтения ограничена количеством символов, воспринимаемых глазами за одну паузу фиксации (7–10 знаков), и объемом кратковременной памяти.

Анализ деятельности ученика при чтении текста и функционирования памяти осуществляется с позиций системного подхода, основные положения которого представлены в монографии В. И. Новосельцева, Б. В. Тарасова, В. К. Голикова, Б. Е. Демина [9]. Особенности моделирования сложных процессов и систем также проанализированы в работе Ю. А. Шрейдера, А. А. Шарова [10]. При этом ученик рассматривается как обучаемая система управления, что позволяет применять идеи кибернетики и методы кибернетического моделирования обучения, обсуждаемые в работах А. К. Гуца [11] и В. Ф. Венды [12]. Применение методов кибернетической педагогики нашло свое отражение в работах многих ученых, например у Дж. Мюррея [13]. В этом же направлении работали Л. П. Леонтьев и О. Г. Гохман [14], занимавшиеся созданием математической модели дидактического процесса. Большую научно-теоретическую значимость для создания и развития математической теории обучения имеют работы Ф. С. Робертса [15], Р. Р. Буша и Ф. А. Мостеллера [16], посвященные математическому моделированию дидактических систем, основанному на мысленной замене ученика вероятностным автоматом. А. П. Свиридов [17] предложил статистическую теорию обучения и контроля знаний. Особый научный интерес представляет собой монография А. В. Соловова [18], которая посвящена технологии самоадаптирующегося электронного обучения, предполагающей использование имитационной модели ученика.

Методологическая база исследования

Применяются методы качественного и математического моделирования дидактических систем, а также метод компьютерного (имитационного) моделирования, который рассмотрен в монографии Ю. Н. Павловского, Н. В. Белотелова, Ю. И. Брод-

ского [19]. Он состоит в использовании понятия черного ящика и создании компьютерной симуляции исследуемого процесса, что подробно описано в книге Р. Шеннона [20]. Настоящая статья опирается на работы по имитационному моделированию, в частности на монографию Ю. С. Харина, В. И. Малюгина, В. П. Кирилицы, В. И. Лобача, Г. А. Хацкевича [21]. Чтец мысленно заменяется вероятностным автоматом, у которого по мере обучения увеличиваются вероятности правильных переходов в соответствии с идеями об автоматном моделировании процесса обучения, изложенными в статье В. Б. Кудрявцева, К. Вашика, А. С. Строгалова, П. А. Алисейчика и В. В. Перетрухина [22]. Возможность и целесообразность использования математического и компьютерного моделирования при изучении психических процессов подробно проанализирована в монографии Е. Хант [23]. Настоящая статья является развитием информационно-кибернетического подхода, сущность которого представлена в работах [24, 25]. Моделирование чтения осуществляется с помощью персонального компьютера и специальной компьютерной программы, написанной в среде Free Pascal.

Ученик рассматривается как сложная кибернетическая система, состоящая из органов чувств (датчиков), органов управления и исполнительных органов, которые связаны между собой прямыми и обратными связями. Человек воспринимает информацию из внешней и внутренней среды, перерабатывает и хранит ее в памяти. Сущность кибернетического подхода проанализирована в работах Д. А. Новикова [26, 27] и Г. С. Теслера [28]. Деятельность чтеца может быть смоделирована с помощью достаточно сложного вероятностного автомата, который в зависимости от входных сигналов (читаемых букв или слогов) и предыдущего состояния с заданной вероятностью переходит в другое состояние, вырабатывая выходные сигналы. Реальный человек (ученик, чтец) заменяется абстрактной моделью, способной изменять свое внутреннее состояние, воспринимать и забывать информацию в соответствии с заданными математическими уравнениями. Применяется метод «черного ящика», что позволяет абстрагироваться от внутреннего строения, структуры и «механизма функционирования» исследуемой системы и учитывать лишь ее реакцию на внешние воздействия. Чтобы задать абстрактную модель ученика (или чтеца), необходимо логически и математически описать связь входных сигналов (букв, слов) с изменением его внутреннего состояния в процессе чтения текста.

Результаты исследования

Кибернетическая модель чтения текста

Деятельность чтеца сводится к следующему: человек читает и узнает буквы (слоги), из них складывает слова, из слов складывает предложения и понимает их смысл. Допустим, что текст состоит из M предложений, каждое включает в себя N слов, в каждом слове L слогов. Алгоритм действий чтеца представлен на рис. 1. Он состоит из вложенных циклов, соответствующих чтению и пониманию отдельных слогов, слов и предложений. В среднем на чтение слога затрачивается время T_1, на понимание слова – время T_2, на понимание прочитанного предложения – T_3. Алгоритм является упрощенным, он не учитывает, что в случае непонимания слова или предложения чтец перечитывает его еще раз. Все это относится и к ученику (студенту), который учится читать научные или художественные тексты различной степени трудности на родном или иностранном языке.

На скорость и результативность чтения сильно влияет способность чтеца запоминать информацию. В результате однократного предъявления объектов (слов, символов) человек способен запомнить 7 ± 2 не связанных между собой информационных блоков. Прочитав текст и поняв его, человек не может вспомнить расположение букв, плохо помнит последовательность слов и предложений, но легко пересказывает представленные в тексте идеи, которые сохраняются в памяти годами.

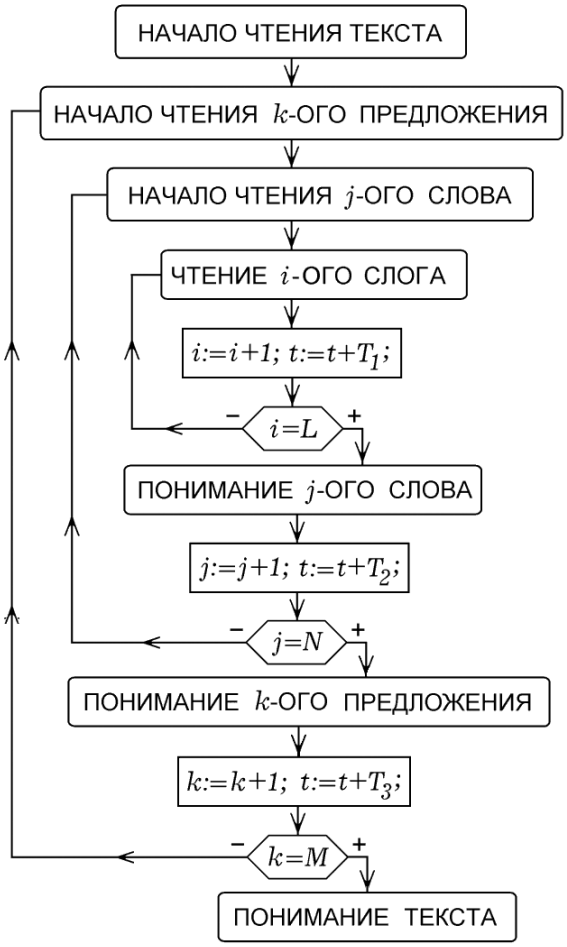

Рис. 1. Упрощенный алгоритм чтения текста

Как известно, память имеет многоуровневую структуру и включает в себя кратковременную, оперативную и долговременную память [29]. В предлагаемой модели блоки памяти соединены последовательно и отличаются прочностью запоминания. После того как человек прочитал слог (слово или предложение), он начинает его забывать. Не связанные между собой слоги помещаются в кратковременную память П-1 и забываются в течение 1–5 с как неосмысленная информация (см. рис. 2а). Слоги, воспринимаемые человеком при чтении, преобразуются в информационные блоки – слова, которые помещаются в память П-2 и сохраняются в ней гораздо дольше (десятки секунд). Из слов формируются более крупные информационные блоки – предложения (результат осмысления слов и связей между ними); они переходят в память П-3 и могут сохраняться в ней десятки минут. Представленные в тексте идеи сохраняются в памяти П-4 (на рис. 2 не показано) и могут оставаться в ней несколько лет.

Компьютерная модель чтения текста

В предлагаемой имитационной модели память человека моделируется тремя массивами $Z_1(i)$, $Z_2(j,k)$, $Z_3(k)$, где i, j, k – номера слога, слова и предложения соответственно (рис. 2б). Их элементы лежат в интервале [0; 1] и равны вероятностям правильного воспроизведения учеником слогов, слов и предложений; фактически они показывают уровень запоминания или понимания этих составляющих текста. Предположим, что забывания не происходит. Пусть ученик читает j – е слово в k – м предложении; по мере узнавания слогов элементам массива $Z_1(i)$ $(i = 1, 2, ..., L; L \le 10)$ присваивается 1. Распознавание слогов моделируется как случайный процесс с вероятностью $p = 0{,}05$ – 1: переменная t (время) увеличивается на T_1, генерируется случайное число x из интервала [0; 1]; если оно меньше вероятности p, то считается, что человек правильно прочитал слог, а если $x \ge p$ – все повторяется снова. Когда человек правильно прочитал все слоги, он понимает j – е слово в k – м предложении, и переменной $Z_2(j,k)$ присваивается 1, время t увеличивается на T_2. При отсутствии забывания, если чтец прочитал все слова в k – м предложении, то все $Z_2(j,k) = 1$ ($j = 1, 2, \ldots, N$), и переменой $Z_3(k)$ присваивается 1; время t увеличивается на T_3. После прочтения текста все $Z_3(k)$ равны 1 ($k = 1, 2, \ldots, M$), считается, что текст полностью понят. Величины p, T_1, T_2 и T_3 характеризуют умение человека читать текст и в совокупности с параметрами текста (L, N, M) определяют скорость чтения.

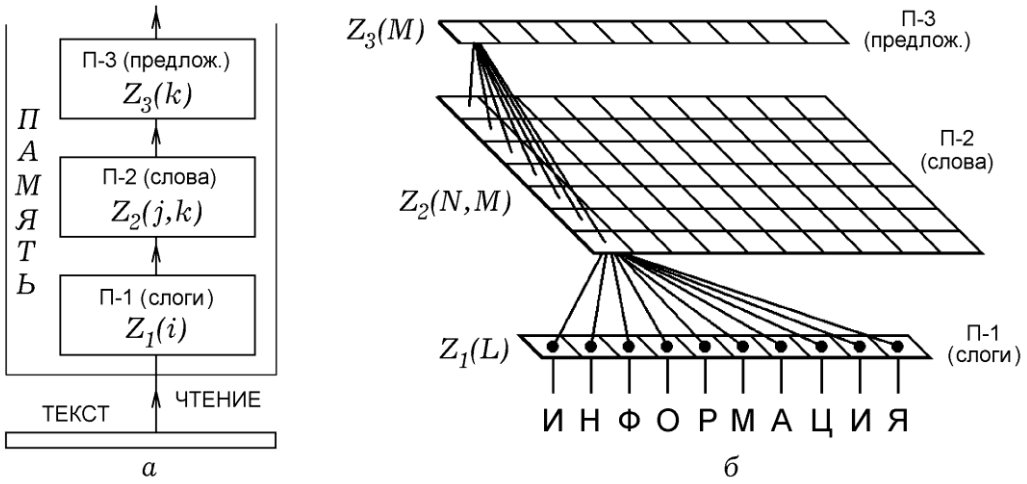

Рис. 2. Модель понимания текста при его чтении

На результат чтения влияет забывание. Известно, что ребенок, читающий очень медленно, дойдя до конца длинного слова, часто не может вспомнить его начало, но при следующей попытке читает слово быстрее. Младший школьник, читая длинное предложение, может забыть его начало; однако при повторении читает то же самое предложение быстрее. Старший школьник, прочитав длинный текст, с трудом вспоминает первые предложения, но повторное чтение текста будет более быстрым и легким. Чтобы имитационная модель ученика, читающего текст (назовем ее «чтец»), учитывала перечисленные факты, примем следующие допущения:

1. Во время каждого элементарного действия (чтение слогов, узнавание слов, понимание предложений) происходит забывание всей запомнившейся ранее информации.

2. Слоги, до того как слово понято человеком, можно рассматривать как логически не связанные элементы знаний (бессмысленная информация); они забываются быстро по экспоненциальному закону (рис. 3, кривая 1). При этом скорость забывания прямо пропорциональна количеству знаний.

3. После того, как чтец из слогов сложил слово или из слов предложение, получилась логически связанная информация; ее забывание происходит по логистическому закону (рис. 3, кривая 2).

4. При каждом новом обращении к данному слову или предложению его прочность запоминания растет, скорость забывания уменьшается.

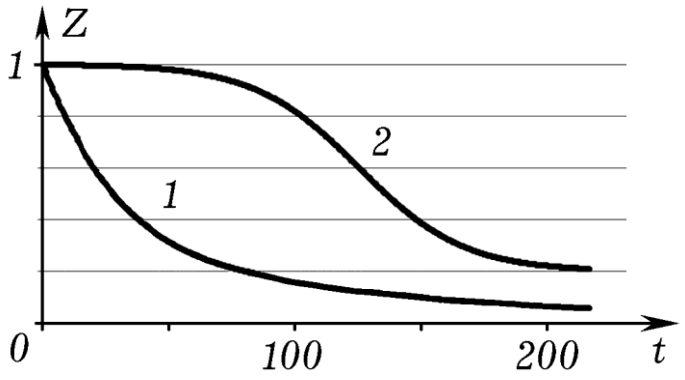

Рис. 3. Кривые забывания связанной и несвязанной информации

Эти процессы описываются дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dZ_1(i)}{dt} = -\frac{\gamma}{1+0{,}2s_1(j,k)} Z_1(i) = -\gamma' Z_1(i),$$

$$\frac{dZ_2(j,k)}{dt} = -\frac{a(Z_2(j,k)-0{,}1)\cdot(1{,}002-Z_2(j,k))}{1+0{,}2s_2(k)},$$

$$\frac{dZ_3(k)}{dt} = -\frac{b(Z_3(k)-0{,}1)\cdot(1{,}002-Z_3(k))}{1+0{,}2s_3},$$

где $s_1(j,k)$, $s_2(k)$, s_3 – количества обращений к $(j,k)-$слову, $k-$предложению или всему тексту соответственно; $\gamma = 0{,}003$, $a = 0{,}07$, $b = 0{,}007$. Скорость забывания слогов $Z_1(i)$ в П-1 уменьшается по экспоненте. Информация о прочитанных слогах сохраняется в кратковременной памяти П-1 (массиве $Z_1(i)$). При переходе к следующему слову содержимое П-1 обновляется. Величины $Z_2(j,k)$ и $Z_3(k)$ сначала уменьшаются медленно, а затем снижаются, асимптотически стремясь к 0,1 (рис. 3). Чем больше $s_1(j,k)$, $s_2(k)$, s_3, тем медленнее уменьшаются $Z_1(i)$, $Z_2(j,k)$ и $Z_3(k)$. Аналогичные математические модели обсуждаются в [30].

Понимание слов, предложений и всего текста моделируется так. Если «чтец», медленно читая слово, частично забыл его первые слоги, то произведение $Z_1(1)\cdot Z_1(2)\cdot\ldots\cdot Z_1(N)$ оказывается меньше порогового значения $0{,}8+x'$, где x' – случайная величина из интервала [0; 0,1]. При этом считается, что он «не понял» это слово $(Z_2(j,k)=0)$, переменная $s_1(j,k)$ увеличивается на 1, коэффициент забывания данного слова уменьшается в соответствии с формулой: $\gamma' = \gamma/(1+0{,}2s_1(j,k))$. «Чтец» 2–3 раза читает $(j,k)-$слово, лучше запоминает слоги, и произведение $Z_1(1)\cdot Z_1(2)\cdot\ldots\cdot Z_1(N)$ оказывается больше $0{,}8+x'$; это означает, что он его «понимает». Аналогичным образом мо-

делируется понимание каждого предложения. Уровень понимания текста можно охарактеризовать суммой всех $Z_3(k)$: $Zn = Z_3(1) + Z_3(2) + ... + Z_3(M)$. Если $Zn/M > 0{,}8 + x'$, то считается, что текст понят правильно, а если нет – «чтец» читает его еще раз. В течение одной попытки чтения текста одно и то же слово или предложение «чтец» прочитывает не более трех раз подряд, а затем движется дальше.

Результаты имитационного моделирования

На основе рассмотренных выше соображений была создана компьютерная программа на языке Pascal, моделирующая чтение текста. Она состоит из вложенных циклов, соответствующих чтению слогов, слов и предложений. Компьютерная модель чтения позволяет смоделировать различные ситуации, зависящие от следующих параметров «чтеца»: 1) скорость чтения слогов или вероятность правильного узнавания «чтецом» слогов за заданный интервал Δt; 2) время T_1, в течение которого «чтец» из слогов складывает слово и понимает его смысл; 3) время T_2, в течение которого «чтец» из слов складывает предложение и понимает его смысл; 4) время T_3, в течение которого «чтец», прочитав все предложения, понимает смысл всего текста. Исследуем поведение модели при различных параметрах «чтеца» и текста.

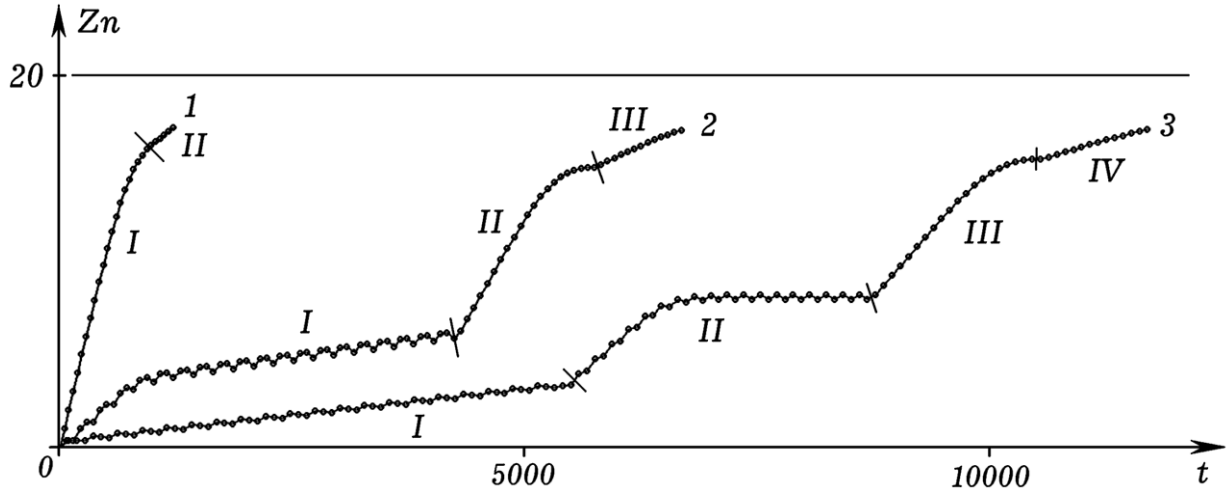

Рис. 4. Результаты моделирования чтения при $T_1 = 1$, 1,6 и 2 УЕВ, $p = 1$

Для простоты рассуждений будем считать, что текст состоит из $M = 20$ предложений, в каждом предложении по $N = 10$ слов, содержащих $L = 5$ слогов. На рис. 4 показаны типичные графики зависимости знаний Zn от времени при различном времени чтения слога T_1 в случае использования детерминированной модели ($p = 1$). Римскими цифрами показан номер попытки чтения текста. Если чтец понял текст на 100 %, то есть запомнил все представленные в тексте идеи и может пересказать их своими словами, то $Zn = M = 20$. Когда $T_1 = 1$ УЕВ (усл. ед. времени), за первую попытку «чтец» осваивает 82% текста (кривая 1), текст прочитывается со второй попытки за 1260 УЕВ. Если $T_2 = 1{,}6$ УЕВ, то «чтец» делает три попытки (кривая 2) и прочитывает текст за 6700 УЕВ. При этом за первую попытку он понимает 31%, а за вторую – 45% всей информации, затрачивая при этом в 2,7 раза меньше времени. Когда $T_3 = 2$ УЕВ, «чтец» читает медленно, текст прочитывается с четвертой попытки за 11 700 УЕВ (кривая 3). При чтении текста второй раз (участок II) график 3 достигает насыщения; это означает, что скорость получения информации (то есть читаемых предложений)

равна скорости ее утраты из-за забывания. Наибольший прирост знаний «чтеца» Zn достигается во время третьей попытки.

Во время первого прочтения сложного текста (например, на иностранном языке) $Zn(t)$ растет медленно, при этом как бы подготавливается основа для понимания читаемых предложений. В течение второго и/или третьего чтения наблюдается скачок (графики 2 и 3): прирост $Zn(t)$ оказывается большим, чтец схватывает суть, запоминает слова и предложения. Во время следующих попыток чтения прирост $Zn(t)$ снова оказывается небольшим. Полученный результат, видимо, соответствует решению любой сложной проблемы: сначала человек набирает информацию, нащупывает подходы, затем происходит озарение, решение становится понятным в общих чертах, после этого осуществляется доведение до идеала.

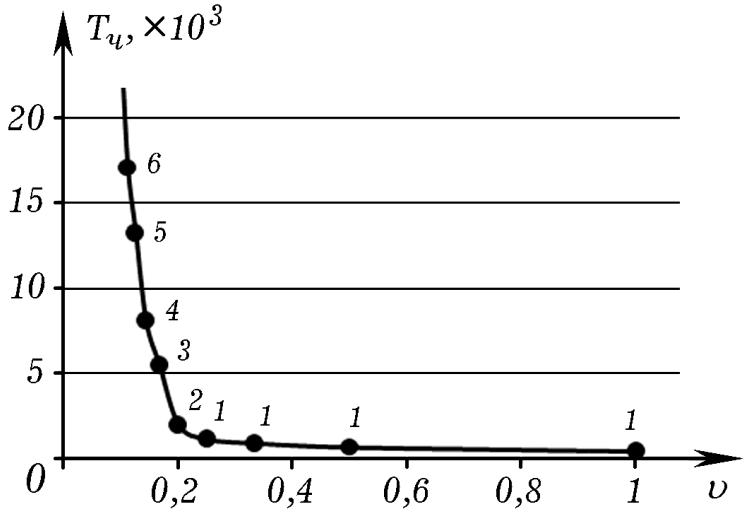

Рис. 5. Зависимость времени работы с текстом от скорости чтения

В результате проведения серии вычислительных экспериментов с детерминированной моделью чтеца ($p = 1$) получен график зависимости времени чтения текста $T_ч$ от скорости восприятия слогов $\upsilon = 1/T_1$ (рис. 5). Рядом с точками указано количество попыток, требующихся для понимания текста. Видно, что при уменьшении υ от 1 до 0,25 УЕВ$^{-1}$ время чтения текста $T_ч$ почти равномерно растет от 376 до 1096 УЕВ, чтец понимает текст с первой попытки. При $\upsilon < 0{,}2$ время работы с текстом $T_ч$ резко увеличивается; растет и количество требуемых попыток. Итак, скорость чтения отдельных слогов существенно влияет на время чтения всего текста. Эта связь нелинейная, так как при уменьшении скорости чтения слогов «чтец» забывает начало слова (а затем и предложения) и вынужден читать их повторно. Количество попыток чтения текста увеличивается.

На практике время прочтения слога, время понимания слова и предложения – это случайные величины, изменяющиеся в некоторых заданных интервалах. В этом случае процесс чтения можно смоделировать с помощью генератора случайных чисел. Для «чтеца», у которого $p = 0{,}25$, время T_1 принимает случайные значения из интервала [0,2; 0,6], $T_2 = 0{,}6$ и $T_3 = 0{,}8$, получаются графики, представленные на рис. 6. Кривая $n(t)$ показывает зависимость номера читаемого предложения от времени. Видно, что для данного «чтеца» текст является «трудным»; он прочитан с пятой по-

пытки. Можно представить ученика, читающего текст на иностранном языке, допустим, два раза. Полученный график позволяет оценить уровень понимания текста после второго прочтения; он составляет 44%. Если вероятность p чтения слогов мала, а коэффициенты γ, a и b, определяющие быстроту забывания слогов, слов и предложений, слишком велики, то «чтец» быстро забывает полученную информацию и не может сложить из слогов слов, а из слов предложений. В этом случае «чтец» повторно читает слово или предложение, запоминая его лучше из-за того, что с ростом числа попыток скорость забывания уменьшается.

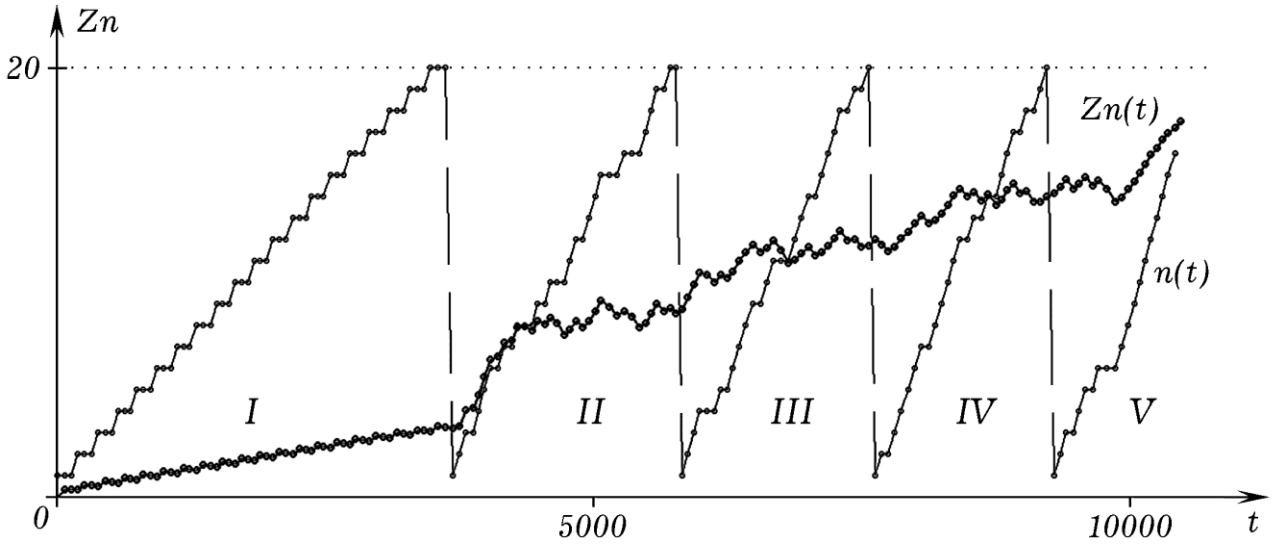

Рис. 6. Стохастическая модель чтения текста

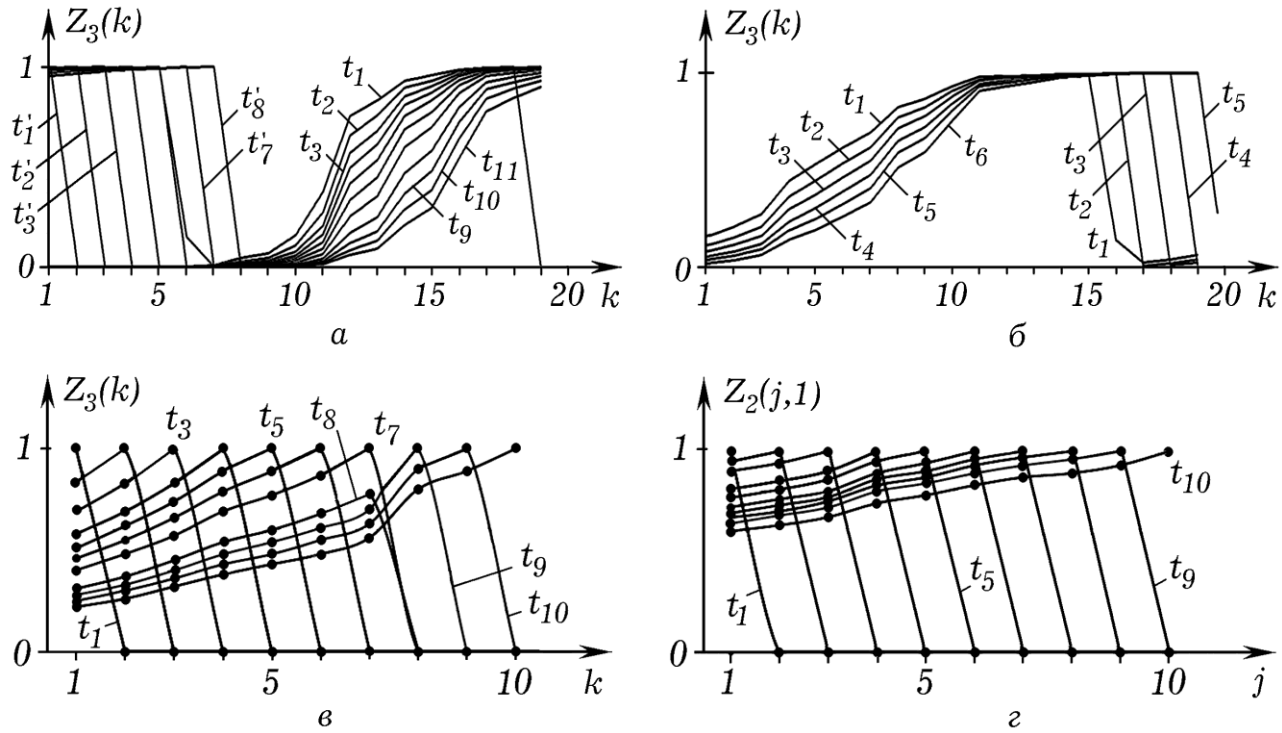

Рис. 7. Изменение $Z_3(k)$ и $Z_2(j,1)$ при различных j и k с течением времени

На рис. 7а, б, в показаны графики зависимости степени понимания различных предложений $Z_3(k)$ от их номера k в последовательные моменты времени

$t_1 < t_2 < ... < t_9 < ....$ (количество предложений $M = 20$). Графики на рис 7а соответствуют ситуации, когда «чтец», читая текст второй раз, дошел до середины, хорошо помнит конец текста $(k > 12)$ и первые предложения, которые он прочитал повторно $(k < 8)$. После первого прочтения текста уровень понимания предложений довольно быстро уменьшается (рис. 7а); значения $Z_3(k)$ при $k > 8$ в моменты $t_1, t_2, t_3, ..., t_{11}$ монотонно снижаются от 1 до 0. «Чтец» не понял текст с первой попытки; при повторном прочтении $Z_3(k)$ снова увеличивается от 0 до 1 в моменты $t_1', t_2', ..., t_8'$.

На рис. 7б показаны распределения $Z_3(k)$ в последовательные моменты времени $t_1, t_2, ...t_6$, в случае четвертого прочтения текста, когда «чтец» забывает предложения существенно медленнее. На рис. 7в показаны аналогичные графики для текста из $M = 10$ предложений в конце очередного прочтения. Видно, что в моменты $t_1, t_2, t_3, ...$ «чтец» понимает первое, второе, третье и т. д. предложения. По мере чтения текста прочтенные ранее предложения забываются. Девятое предложение удается прочесть со второй попытки (в момент t_9); за это время уровень знаний 1, 2, …, 8 предложений успевает заметно снизиться. Аналогичным образом изменяется понимание отдельных слов $Z_2(j,1)$ во время чтения предложения из $M = 10$ слов (рис. 7г). В момент t_1 «чтец» прочел первое слово первого предложения, $Z_2(1,1) = 1$, $Z_2(j,1) = 0$, для $j = 2$, 3, …, 10. Когда «чтец» прочел второе слово ($t = t_2$), а первое слово начал забывать, значения $Z_2(2,1) = 1$, $Z_2(1,1) = 0{,}95$ (остальные слова он еще не прочел). В момент $t = t_{10}$ «чтец» прочел десятое слово первого предложения $(Z_2(10,1) = 1)$, при этом он частично забыл все предыдущие слова. Понятно, что поведение реального чтеца гораздо сложнее и менее предсказуемо, однако предложенная имитационная модель позволяет изучить процесс чтения на уровне восприятия и понимания слогов, слов и предложений.

Заключение

В результате использования информационно-кибернетического подхода предложена компьютерная модель ученика, читающего текст. При этом учитывается: 1) многоуровневая структура памяти чтеца; 2) вероятностный характер прочтения слогов, понимания слов и предложений; 3) экспоненциальный закон забывания неосмысленной информации (слогов); 4) логистический закон забывания осмысленной информации (слов, предложений); 5) влияние обратных связей на повторное чтение слов и предложений в случае их непонимания; 6) уменьшение скорости забывания информации при повторном прочтении. В результате имитационного моделирования деятельности читающего школьника получены графики зависимостей уровня понимания всего текста и отдельных предложений от времени, показано, что время прочтения текста сильно зависит от характеристик «чтеца» и параметров текста. Рассмотрены ситуации: чтец (ученик) плохо читает слоги, медленно понимает и быстро забывает прочитанное. В этих случаях он повторно читает отдельные предложения и текст в целом. Разработанная компьютерная модель чтения текста позволяет лучше понять закономерности этого процесса. Она также представляет интерес для изучения чтения иностранных текстов.

Ссылки на источники

1. Величковский Б. М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. Т. 1. – М.: Смысл: Академия, 2006. – 448 с.

2. Зинченко Т. П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. – СПб.: Питер, 2002. – 320 с.
3. Умрюхин Е. А. Механизмы мозга: информационная модель и оптимизация обучения. – М., 1999. – 96 с.
4. Загвязинский В. И. Теория обучения: современная интерпретация: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. – М.: Академия, 2001. – 192 с.
5. Кроль В.М. Психология и педагогика: Учеб. пособие для техн. вузов. – М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.
6. Мелентьева Ю. П. Чтение: модели и модификации // Чтение. XXI век: коллективная монография / науч. ред.-сост. В. Я. Аскарова. – М.: Межрегиональный центр библиотечного сотрудничества, 2015. – С. 55–73.
7. Нижегородцева Н. В., Волкова Т. В. Психологический анализ смыслового чтения как специфического вида деятельности // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 2. – Т. II (Психолого-педагогические науки). – С. 257–262.
8. Маркарова Т. С. Научная информация и язык как основа научного чтения и научного познания // Библиотека и чтение в структуре современного образования: материалы Межрегион. науч. конф., Москва, 29 окт. 2009 г. – М.: Наука, 2009. – С. 102–105.
9. Новосельцев В. И. и др. Теоретические основы системного анализа. – М.: Майор, 2006. – 592 с.
10. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.
11. Гуц А. К. Кибернетика: учеб. пособие. – Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2014. – 188 с.
12. Венда В. Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
13. Murray J. Cybernetic Circularity in Teaching and Learning // International Journal of Teaching and Learning in Higher Education. – 2006. – Vol. 18. – № 3. – P. 215–221.
14. Леонтьев Л. П., Гохман О. Г. Проблемы управления учебным процессом: математические модели. – Рига, 1984. – 239 с.
15. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 496 с.
16. Bush R. R., Mosteller F. A Stochastic Model with Applications to Learning. – URL: https: //projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.aoms/1177728914.
17. Свиридов А. П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. – М.: Высш. шк., 1981. – 262 с.
18. Соловов А. В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 462 с.
19. Павловский Ю. Н. и др. Имитационное моделирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 236 с.
20. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 302 с.
21. Харин Ю. С. и др. Основы имитационного и статистического моделирования: учеб. пособие. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
22. Кудрявцев В. Б и др. Об автоматном моделировании процесса обучения // Дискретная математика. – 1996. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 3–10.
23. Hunt E. The Mathematics of Behavior. – New York: Cambridge University Press, 2007. – 346 p.
24. Майер Р. В. Компьютерная модель процесса управления дидактической системой: информационно-кибернетический подход // Проблемы управления. – 2016. – № 3. – С. 58–64.
25. Майер Р. В. Исследование математических моделей дидактических систем на компьютере: монография. – Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2018. – 160 с.
26. Новиков Д. А. Кибернетика 2.0 // Проблемы управления. – 2016. – № 1. – С. 73–81.
27. Novikov D. A. Cybernetics: From Past to Future. – Studies in Systems, Decision and Control. – Springer International Publishing, 2016. – 107 p.
28. Теслер Г. С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004. – 401 с.
29. Справочник по инженерной психологии / под ред. Б. Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 83–88.
30. Mayer R. V. Computer-Assisted Simulation Methods of Learning Process // European Journal of Contemporary Education. – 2015. – Vol. 13. – Is. 3. – P. 198–212.

Robert V. Mayer,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Physics and Didactics of Physics Chair, Glazov State Pedagogical Institute, Glazov
robert_maier@mail.ru

Simulation model of the activity of a pupil reading a text

Abstract. Education and development of schoolchildren is closely connected with reading, so improving the text reading efficiency is one of the problems intensively studied by various scientists in the field of didactics, psychology and linguistics. Reading involves extracting information from the text, which requires decoding phonetic relationships between letters and sounds, as well as understanding the meaning. The result of reading depends on the parameters of the reader and the text he/she reads. The aim of the work: 1) using the information-cybernetic approach, to create a simulation model of the reader's (pupil's) activity, taking into account the psychological patterns of perception, remembering

and forgetting information, that would allow us to investigate the main regularities of reading texts; 2) to study the behavior of this model under different characteristics of the reader and the text; to explain the results obtained. The system-cybernetic approach is applied, as well as methods of qualitative, mathematical and computer modeling. In the proposed simulation model, human memory is modeled by three matrixes in which syllables, words and sentences are «remembered». Numbers from the intervals [0; 1] are matrix elements, which are equal to the probabilities of correct reproduction of these components of the text. Syllable recognition is modeled as a random process with a probability 0.05 – 1. When the pupil has read all the syllables correctly, he understands the word being read, and the corresponding element of the matrix is assigned 1. After reading the sentence, the pupil tries to understand its meaning; the result depends on the degree of understanding and memorization of the words that make up this sentence. The model takes into account: 1) the multilevel structure of the reader's memory; 2) the probabilistic nature of reading syllables, understanding words and sentences; 3) the exponential law of forgetting uncomprehended information (syllables); 4) the logistic law of forgetting comprehended information (words, sentences); 5) the effect of feedback on the repeated reading of words and sentences in case of their incomprehension; 6) reducing the speed of forgetting information during re-reading. As a result of the pupil's reading simulation, we obtain the graphs of the level of the entire text and separate sentences comprehension dependence on time; it is shown that the time of reading the text depends seriously on the «reader's» characteristics and the text parameters. The situations when the reader (pupil) poorly reads syllables, slowly understands and quickly forgets the read text are also considered here. The computer program used is written in the Free Pascal environment and consists of nested loops that correspond to the reading of syllables, words and sentences. The novelty lies in the fact that an imitational model of the reader was created, with the help of which the dependence of the student's knowledge on time, the student's working time with text on reading speed, the degree of understanding of various sentences on their ordinal number with different text parameters was studied.

Key words: cybernetic approach, computer simulation, learning, memory, sentence, word, control theory, reading.

Научно-методический электронный журнал «Концепт» (раздел 13.00.00 Педагогические науки) с 06.06.2017 включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (перечень ВАК Российской Федерации).

ISSN 2304-120X

www.e-koncept.ru

Библиографическое описание статьи:
Майер Р. В. Имитационная модель деятельности школьника, читающего текст // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2019. – № 6 (июнь). – С. 79–91. – URL: http://e-koncept.ru/2019/191046.htm.

DOI 10.24411/2304-120X-2019-11046

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2019
© Майер Р. В., 2019