



⁶ Фресс П. Эмоции // Экспериментальная психология. М., 1975. Вып. V. С.111–195.

⁷ Марищук В.Л. Эмоции в спортивном стрессе. СПб., 1995. С.209; Черникова О.А. Эмоциональная память и ее влияние на выполнение физических упражнений // Психология спорта. М., 1959. С.203–214; Писаренко В. М. Роль психики в обеспечении эмоциональной устойчивости человека // Психологический журнал. 1986. № 1. С.67.

⁸ Плахтиенко В.А., Блудов Ю.М. Надежность в спорте. М., 1985. С.78.

⁹ Аболин Л.М. Указ. соч. С.111.

¹⁰ Сиротин О.А. К вопросу о психофизиологической природе эмоциональной устойчивости спортсменов // Вопр. психол. 1973. № 1. С.129–133.

¹¹ Смирнов В.М., Трохачев А.И. О психологии, психопатологии и физиологии эмоций // Чувства, влечения, эмоции / под ред. В.С. Дерябина. Л., 1974.

¹² Аминов Н.А. Функциональные состояния при монотонной работе и баланс основных нервных процессов // Вопр. психол. 1974. № 2. С.77–84.

¹³ Платонов К.К. О системе психологии. М., 1972.

¹⁴ Зильберман П.Б. Эмоциональная устойчивость и стресс // Психический стресс в спорте : материалы Всесоюзного симпозиума. Пермь, 1973. С.13–15.

¹⁵ Варданян Б.Х. Механизмы регуляции эмоциональной устойчивости // Категории, принципы и методы психологии. Психические процессы. М., 1983. С.542.

УДК 37.026

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТАНТ ДИДАКТИКИ

Е.В. Берднова

Саратовский государственный аграрный университет
E-mail: berdnovsn@gmail.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований элементов и констант дидактики, описанных ранее в работе автора «Элементарная дидактика». К ним отнесены скорость осознания информации и усвоения новых знаний, базовая константа, представляющая собой отношение количества базовых знаний к количеству тех, что предполагается освоить в процессе обучения; количество характеристик, формирующих образ, и возрастной порог обучения. Установлен квантовый характер запоминания на уровне оперативной памяти (на уровне сознания) и среднестатистический разброс объемов формирования долговременной памяти (на уровне подсознания) у современной молодежи.

Ключевые слова: дидактика, элементы, константы, память, эксперимент.

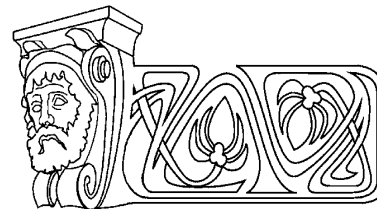
Experimental Researches of Elements and Constants of Didactics

E.V. Berdnova

In clause results of experimental researches of elements and the constants of didactics described earlier in work of the author «Elementary didactics» are resulted. Speed of comprehension of the information, speed of mastering of new knowledge, the base constant representing the attitude of quantity of base knowledge to quantity of that it is supposed to master during training are carried to them, quantity of the characteristics forming an image, and an age threshold of training. Quantum character of storing at a level of operative memory (at a level of consciousness) and average disorder of volumes of formation of long-term memory (at a level of subconsciousness) at modern youth is established.

Key words: didactics, elements, constants, memory, experiment.

В работе автора «Элементарная дидактика» сформированы пять элементов дидактики: 1) скорость осознания информации, т.е.



превращения информации в знания (10–30 мс); 2) скорость усвоения новых знаний среднестатистическим молодым обучающимся человеком (18 бит/с); 3) базовая константа, представляющая собой отношение количества базовых знаний к количеству тех, что предполагается освоить в процессе обучения, в пропорции три к двум; 4) количество характеристик, формирующих образ, в объеме 7 микроколон и количество образов, воспринимаемых индивидуумом в течение стандартного отрезка времени (45 минут), в объеме 5 макроколон; 5) возрастной порог обучения¹.

Если рассматривать дидактику как теорию обучения, а обучение как формирование человеческого интеллекта и при этом сравнивать его с созданием искусственного интеллекта, то можно отметить, что ключевыми моментами здесь выступают память и скорость обработки информации (быстродействие). Память в компьютере разделена на оперативную (ОЗУ) и долговременную (винчестер), а в человеческом мозгу – на сознательную (кора больших полушарий) и подсознательную (подкорка). Человеческая память имеет свою специфику, поэтому прежде чем изучать временные характеристики эле-



ментов дидактики, следует изучить эту специфику. В связи с этим экспериментальные исследования были разбиты на два этапа.

Задачей первого этапа было изучение свойств памяти: установление закономерности запоминания – корпускулярного характера памяти (установление доз – квантов памяти), а также её предельных объёмов и обнаружение взаимосвязи кратковременной памяти с долговременной.

Задачей второго этапа было изучение скорости обработки информации и подтверждение, отрицание или корректировка показателей времени, заложенных в элементах дидактики, предложенных автором, с учётом закономерностей, установленных на первом этапе.

На первом этапе при изучении свойств памяти акцент сделан на механической памяти. Зрительная, слуховая, механическая и другие виды памяти разнятся между собой, но глубинный характер запоминания схож, при этом механическая память наиболее удобна для учёта и обработки и поэтому была выбрана в качестве основополагающей.

Эксперименты по определению свойств механической памяти человека были направлены на выявление зависимости качества запоминания текстового материала от количества воспроизведения этого материала и дозы воспроизведения. С этой целью испытуемым было предложено переписать по 6 раз набор из 6 строк по 6 букв (рис. 1).

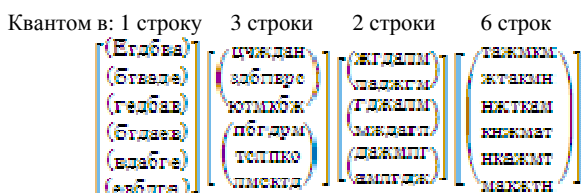


Рис. 1. Тест 1

Затем следовало закрыть образец и сделать контрольную запись. После этого было предложено повторить аналогичный эксперимент с использованием цифр (рис. 2).

Оценка результата производилась по количеству правильно написанных букв или цифр (рис. 3).

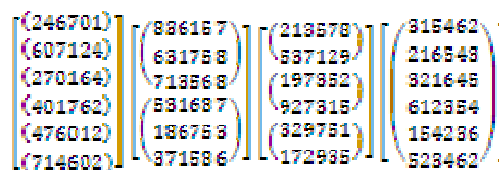


Рис. 2. Тест 2

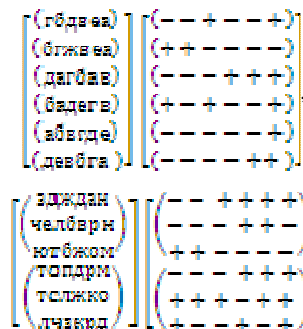


Рис. 3. Тест 3

Результаты: $\frac{13}{36}$, $\frac{19}{36}$, по остальным: $\frac{15}{36}$ и $\frac{8}{36}$, по цифрам: $\frac{14}{36}$, $\frac{17}{36}$, $\frac{15}{36}$ и $\frac{12}{36}$.

Анализируя полученные результаты, можно сделать предположение, что механическая память зависит от дозы запоминаемого материала. В данном случае предпочтительным оказался квант в три строки, по сравнению с другими квантами: 1-я строка – $\frac{13}{36}$ (36%), 2-я – 42%, 3-я – 53%, 6-я – 22%.

Приведённые данные являются результатом эксперимента с одним испытуемым. Повтор этого же эксперимента с 10 испытуемыми дал разброс в показаниях в пределах 5–7%, но суть не изменилась: в качестве предпочтительного остался квант в 3 строки.

Вариация переписываний в количествах 3, 6, 10 и 15 раз внесла корректировку в качество запоминания, но не внесла изменений в предпочтительность квантов:

3 раза: 1-я строка – 14%, 2-я – 20%, 3-я – 25%, 6-я – 11%,
 6 раз: 1-я строка – 36%, 2-я – 42%, 3-я – 53%, 6-я – 22%,
 10 раз: 1-я строка – 42%, 2-я – 50%, 3-я – 56%, 6-я – 28%,
 15 раз: 1-я строка – 47%, 2-я – 56%, 3-я – 69%, 6-я – 33%.

По-прежнему предпочтительным остался квант в три строки. Качество же запоминания увеличивалось с количеством переписываний. Среднестатистический процент запомненного материала изменялся так: при переписывании 3 раза – $0,25 \times (14\% + 20\% +$



+ 25% + 11%) = 17,5%; 6 раз – 38%; 10 раз – 44%; 15 раз – 51%.

Изменение букв и цифр в строках в количествах 3, 6, 10, 15, строк в столбцах в количествах 3, 6, 10, 15 и количества переписываний – от 3 до 15 дало следующие результаты по среднестатистическому проценту запомненного материала (табл. 1).

Таблица 1

Количество столбцов	Количество строк															
	3				6				10				15			
	переписываний															
	3	6	10	15	3	6	10	15	3	6	10	15	3	6	10	15
3	89	100	100	100	55,5	67	83	89	27	37	47	67	11	16	20	27
6	61	72	89	94	17,5	38	44	51	8	13	17	20	2	3	5	7
10	29	35	50	66	6	14	18	22	1	3	6	7	0	0	1	2
15	12	18	22	25	2	4	5	6	0	0	1	1	0	0	0	0

По общему среднестатистическому проценту запомненного материала: 3 строки и 3 столбца по 3 переписывания – 89%, по 6 переписываний – 100%, по 10 – 100%, по 15 – 100%, итого $0,25 \times (89\% + 100\% + 100\% + 100\%) = 97\%$. Таким образом, для 3 строк и 3 столбцов общий среднестатистический показатель качества запоминаний – 97%, для случая 3 строк и 6 столбцов – 74%, для 3 и 10 – 45%, для 3 и 15 – 19%, для 6 и 3 – 79%, для 6 и 6 – 38%, для 6 и 10 – 15%, для 6 и 15 – 4%, для 10 и 3 – 45%, для 10 и 6 – 4%, для 10 и 15 – 1%, для 15 и 3 – 19%, для 15 и 6 – 4%, для 15 и 10 – 0,5%, для 15 и 15 – 0%.

Как видим, есть предел запоминания. Качество запоминания снижается в зависимости от количества запоминаемого материала, но сдвиг в предпочтении наиболее запоминаемого кванта материала остаётся стабильным, приближающимся к 0,6 от крайних значений, т.е. к золотой середине ($0,6^2 \approx 1 \times 0,4$). Качество запоминания зависит от интеллектуальных способностей, возраста и эмоционального состояния испытуемых, но на сдвиг в предпочтении наиболее запоминаемого кванта материала практически не влияет. Испытуемыми в описанных экспериментах были школьники с 6-го по 11-й класс

и студенты 1-го и 2-го курсов аграрного университета.

Описанные эксперименты касаются в основном оперативной памяти, т.е. той, которая удерживается на уровне сознания. Она кратковременна и потому носит оперативный характер. Более ценной является долговременная память, то есть та, которая опускается на уровень подсознания и носит стратегический характер. Этой памятью человек иногда пользуется всю жизнь: шофёр-профессионал не думает, какую педаль ему нажать, он управляет машиной на уровне подсознания, специалист другой профессии поступает точно так же. Но для того, чтобы человек стал профессионалом, он должен на уровне подсознания сформировать (запомнить) определённый объём профессиональных навыков и знаний. Вопрос о том, какова связь сознательной памяти с подсознательной, каковы свойства той и другой и как они трансформируются при переходе из одной формы в другую, а также их связь со временем – это было сутью следующего эксперимента.

Автор в течение семи лет занималась тестированием выпускников школ при их поступления в средние специальные учебные заведения и вузы и тестированием студентов при определении остаточных знаний в начале каждого семестра в вузе. Анализу подверглись более 12 тысяч ответов на тесты по математике. Школьная программа по математике декларирует знание 300 формул. Практика показала, что 10% выпускников могут уверенно (на память) использовать 90 формул (то есть 30% от требуемого объёма), 20% – 60 формул, 20% – 30 формул и остальные 50% – 20 и менее формул. Программа по математике в вузе по техническим специальностям предусматривает освоение около 300 формул за семестр. За 4 семестра получается около 1200. Проверка остаточных знаний по тестам демонстрирует приблизительно такие же пропорции. Из упомянутых формул исключаются числовые, типа таблицы умножения.

Таким образом, в качестве предварительного заключения можно сделать вывод о том, что на уровень подсознания у 10% современной молодёжи закладывается 30%



изучаемой полезной информации, у 20% – 20%, ещё у 20% – 10% и у остальных – менее 7%.

Следует отметить некий парадокс: в вузе в экзаменационную сессию знание студентом 60–74% изучаемого материала оценивается баллом «удовлетворительно», 75–84% – «хорошо» и 85% и более – «отлично». При этом более 80% студентов сдают сессию с первого захода. Таким образом, эксперимент показывает запоминание 30% изученного материала у 10% молодёжи, а экзамены по результатам семестра – запоминание 60% и более у 80%. Но в приведённом эксперименте оценивалась преимущественно долговременная память, а на экзамене – оперативная. У человека нет резкой грани между оперативной и долговременной памятью. Кроме того, оценки в сессию нельзя сравнивать с результатами эксперимента из-за отсутствия данных по «чистоте», т.е. нет строгих количественных данных о том, сколько учебной информации было доведено до сведения студентов (в цифровом исполнении) и сколько ими освоено, а в описанном эксперименте учитывались именно числовые данные. Так, например, выпускникам школ предлагалось написать все формулы по математике, какие они изучали в школе, и затем результаты анализировались. Таким образом, то, что приведено в статье, имеет строгую количественную основу, а те показатели, которые демонстрирует практика, носят временный или конъюнктурный характер.

Второй этап – экспериментальная проверка скорости обработки информации: скорость осознания информации, то есть превращения информации в знания – 10–30 мс. Достоверная проверка такой скорости может осуществляться только на уровне нейрофизиологического опыта, но косвенное подтверждение этого факта даёт такой эксперимент: показ одной карточки из 10 строчек по 10 букв в течение 2, 6 и 12 секунд дал следующее воспроизведение правильных ответов – 1, 3 и 5 букв. На запоминание каждой буквы и последующее извлечение её из памяти ушло ~ 0,02 с = 20 мс. Аналогичные данные получены и в опыте с цифрами.

Следующий показатель – скорость усвоения новых знаний среднестатистическим молодым обучающимся человеком – 18 бит/с. Он косвенно подтверждает совмещение данных по предпочтительным квантам со скоростью запоминания и извлечения информации из памяти.

Достоверность других показателей: базовой константы, количества характеристик, формирующих образ, и возрастного порога обучения охарактеризована в работе². Однако новые данные по квантам памяти являются существенным дополнением к более глубокому раскрытию их сущности. Константы памяти, как и все характеристики, относящиеся к памяти, имеют вероятностный характер. Тем не менее этим вопросом занимались многие учёные и их данные представляют интерес. Основными единицами измерения в дидактике являются: количество (объём) информации – бит (б) и время – секунда (с). Единицей переработки информации является бит в секунду (б/с). В качестве специфических единиц измерения в дидактике используются количество операций (повторений), количество ошибок, вопросов, ответов, слогов, слов, балльных оценок и т.п.

Ниже приведены некоторые константы дидактики, полученные различными авторами (табл. 2).

Таблица 2

Константы дидактики

Память			Скорость переработки информации памятью
вид	тип	объём	
Зрительная	кратковременная	$\bar{I}_{\infty} = 0,45^3$	$\dot{R} = 20 \text{ б/с}^5, T = 0,1 \text{ б/с}^6$
	долговременная	$\bar{I}_{\infty} = 0,32^4$	
Слуховая	кратковременная	$\bar{I}_{\infty} = 0,47^7$	$T = 0,15 \text{ б/с}^9$
	долговременная	$\bar{I}_{\infty} = 0,33^8$	–

Здесь \dot{R} – скорость переработки информации (восприятие поступающей информации, решение логических задач – логическая переработка информации), T – скорость забывания информации, $\bar{I}_{\infty} = I_{\infty}/I_{\Sigma}$ – предельное количество информации при мгновенном запоминании в безразмерном виде (здесь I_{∞} – количество запомненного материала при



мгновенном запоминании – количество произвольных единиц: слов или слогов или букв и т.д., I_{Σ} – конечный объём рассматриваемого типа памяти при многократном воспроизведении запоминаемого материала – количество произвольных единиц).

Интерес также представляют математические закономерности памяти. Их поиск в педагогике идёт с давних пор. Л. Эйлер во «Введении в анализ» (1748 г.), как и Л.Х. Штурм в «Кратком изложении математики»¹¹ и Хр. Вольф в «Основаниях всех математических наук» (1710), выступает за такую систему преподавания математики, в которой на первый план выдвигается понимание и тренировка ума. В работе Ч. Геттона «Полный трактат по практической арифметике и бухгалтерии»¹¹ подчёркивается, что доказательства, а не механическое зазубривание, имеют важное педагогическое значение. Естественнанаучные начала педагогического мышления прослеживаются и у других математиков.

Первые попытки математического моделирования памяти относятся к XIX в. В 1885 г. Г. Эббингауз¹² предложил аппроксимацию эмпирических данных процента сохраняющегося в памяти заученного материала в зависимости от времени сохранения показательной функцией:

$$b = \frac{100k}{(\lg \tau)^c + k},$$

где b – величина сохранившегося значения, $k = 1,84$, t – срок, $c = 1,25$.

Эта формула была первой зависимостью, позволяющей анализировать и прогнозировать ход заучивания бессмысленных слогов.

Известны попытки многих учёных получить математические зависимости качественных показателей обучения от различных педагогических приёмов, полученных экспериментально, часть из них перечислена в работе С. Стивенса¹³. В настоящее время число этих работ значительно возросло и исследования продолжаются.

Примечания

¹ Берднова Е.В. Элементарная дидактика. Саратов, 2006.

² Там же.

³ Сперлинг Дж. Информация, получаемая при коротких зрительных предъявлениях // Инженерная психология за рубежом / пер. с англ. ; под ред. А.И. Леонтьева. М., 1967. С.7–68.

⁴ Там же.

⁵ Инженерная психология / под ред. Г.К. Середы. Киев, 1976.

⁶ Клаузи Р. Память человека, структура и процессы / пер. с англ. М., 1978.

⁷ Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека / пер. с англ. ; под ред. А.Р. Лурия. М., 1974.

⁸ Там же.

⁹ Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе : его закономерные основы и методы : учеб.-метод. пособие. М., 1980.

¹⁰ Sturm L.N. Kurzer Begriff der gesamten Mathesis. Frankfurt a.d. Oder, 1710.

¹¹ Getton Ch. A complete Tratiscon practical Arithmetic and Book-Keeping. L., 1788.

¹² Ebbinghaus H. Uber das Gedachtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. Leipzig, 1885.

¹³ Экспериментальная психология : в 2 т. / ред.-сост. С. Стивенс. М., 1963. Т.2. 1038 с.