

стойчивости в условиях дефицита времени. Методика проведения тренировок также должна предусматривать последовательное совершенствование этих качеств в ходе упражнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Бусленко. Моделирование сложных систем. Изд-во «Наука», 1969.
2. О. В. Овчинникова. Классификация состояний психической напряженности. Сб. «Материалы III Всесоюзного съезда психологов». Изд-во Акад. пед. наук СР, 1968.
3. Б. А. Смирнов. Статистические методы определения характеристик операционной памяти. «Вестник ХГУ», сер. психологии, вып. 3. Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.
4. Б. А. Смирнов. О кибернетических моделях памяти. Сб. «Проблемы биологии», вып. 3. Изд-во ХГУ, Харьков, 1969.
5. Б. А. Смирнов. Некоторые особенности применения теории массового обслуживания при моделировании деятельности оператора. Сб. «Материалы семинара по вопросам теории и практики военно-инженерной психологии», ВИРТА имени А. Говорова, Харьков, 1969.

ВРЕМЯ И СКОРОСТЬ ЗАПОМИНАНИЯ

П. Б. Невельский

Эффективность человеческого способа воспроизведения информации интересно исследовать создателей запоминающих устройств. По относительной скорости выборки информации память человека превосходит технические запоминающие устройства, так как емкость человеческой памяти на много порядков выше емкости машинной памяти, увеличение которой пока связано с замедлением выборки информации. Это обстоятельство определяет попытки создания запоминающих устройств на бионических принципах [2, 3]. Но способ воспроизведения информации человеком тесно связан с менее изученным способом ее запоминания, эффективность которого неизмеримо ниже эффективности запоминания в технических системах хранения информации. Даже такое простое запоминающее устройство, как фотокамера, заряженная фотопленкой, за тысячную долю секунды сохранит образ многих тысяч объектов, в то время как человеку приходится тратить много месяцев, чтобы как следует усвоить таблицу умножения. На основные различия человеческого и машинного способа запоминания впервые указали Леонтьев и Панов [4]: человек с феноменальной (машинной) памятью, который моментально запоминал и никогда не забывал длиннейшие ряды слов, цифр и бессмысленных слов, при воспроизведении (так же, как и машина) пользовался простым порядочным перебором. Поэтому для бионики изучение человеческого способа запоминания столь же важно, как и исследование воспроизведения.

Задача настоящего эксперимента — рассмотреть зависимость полученной в процессе запоминания информации и скорости запоминания (пропускной способности человеческой памяти) от времени запоминания. Методика опытов заключалась в следующем. Материалом для запоминания были последовательности 25 четверичных цифр (0, 1, 2, 3), отобранные по таблице случайных чисел и содержащие по две двоичных единицы и один символ. Из этих случайных и равновероятных последовательностей чисел составлялись матрицы для запоминания 5×5 , как показано ниже.

3 1 2 0 1	1 0 3 1 1	3 0 2 3 3	0 1 1 2 3
0 3 3 0 2	1 3 3 0 2	0 2 2 0 1	2 1 3 1 2
2 0 0 2 1	0 2 0 0 1	2 1 1 0 2	2 0 0 1 1
1 0 3 1 0	3 0 1 2 0	3 1 0 0 1	0 1 2 2 1
3 1 0 3 2	2 2 2 0 0	1 1 2 0 0	3 1 3 1 2

Испытуемыми были 7 студентов механико-математического факультета университета, которым для запоминания в разное время зрительно предъявлялось по 16 различных матриц. Эксперимент состоял из четырех серий опытов, различавшихся по времени запоминания, которое равнялось 12,5; 25; 50 и 100 сек. По каждой серии с каждым испытуемым проводилось по 4 опыта с четырьмя разными матрицами. Непосредственно за запоминанием следовало письменное воспроизведение, и оно считалось правильным только в том случае, если цифры были записаны на том же месте. Вмещаемые забытых цифр (отказов) ставились под черку.

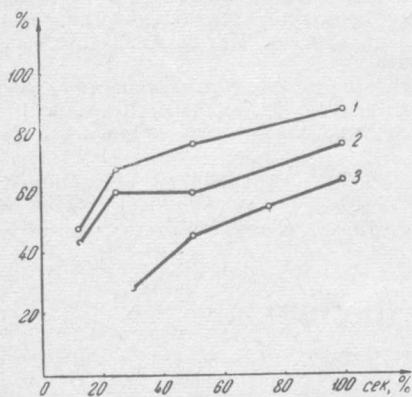


Рис. 1.

анализ полученных данных по Гарну [6] проводился следующим образом. Оценивались наблюдаемые вероятности появления сигналов (0, 1, 2, 3) на входе $H(x)$, появления ответов испытуемых, включая и отказ, на выходе $H(y)$ и совместного появления сигнала и ответа $H(x, y)$. По этим вероятностям, согласно известным формулам Шеннона [8], оценивалась неопределенность сигнала

$$H(x) = -\sum p(x) \log_2 p(x),$$

неопределенность ответа

$$H(y) = -\sum p(y) \log_2 p(y)$$

и совместная неопределенность сигнала и ответа

$$H(x, y) = -\sum p(x, y) \log_2 p(x, y).$$

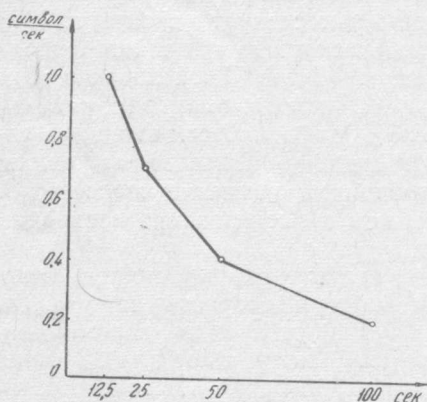


Рис. 2.

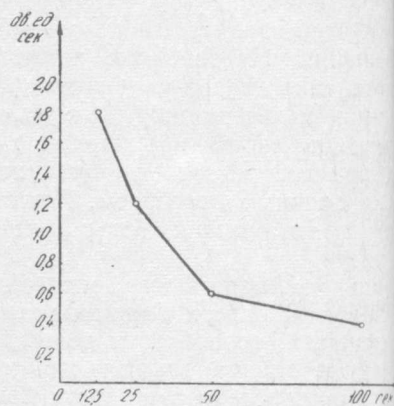


Рис. 3.

По этим данным и производилась оценка количества информации, переданной от сигнала к ответу, по следующей формуле Шеннона [8]:

$$T(x, y) = H(x) + H(y) - H(x, y).$$

Полученные при этом значения среднего количества информации умножались на число запоминаемых сигналов — 25.

Результаты опытов представлены в таблице и на рис. 1, 2, 3 (реферат).

Показатели объема памяти и скорости запоминания	Время запоминания, сек			
	12,5	25	50	100
Число правильно воспроизведенных символов	12	17	19	22
Переданная информация в двоичных единицах	22	30	30	38
Процент правильно воспроизведенных символов	48	68	76	88
Переданная информация в процентах	44	60	60	76
Скорость запоминания в символах в секунду	1,0	0,7	0,4	0,2
Скорость запоминания (пропускная способность памяти) в двоичных единицах в секунду	1,8	1,2	0,6	0,4

Опыты показали, что если за первые 12,5 сек в среднем воспроизводилось 12 символов, то за вторые 12,5 сек воспроизводилось на 5 символов больше, за вторые 25 сек — на 2 символа больше, и за вторые 50 сек — на 3 символа больше. Что же касается количества переданной информации, то увеличение времени запоминания с 25 до 100 сек не привело к увеличению объема памяти. Это объясняется тем, что, несмотря на увеличение числа правильных ответов, одинаково уменьшались и неопределенность ответа $H(y)$, и совместная неопределенность сигнала и ответа $H(x, y)$ (4). Это, в свою очередь, объясняется уменьшением числа отказов (забытых, но не смешанных с другими символами).

Таким образом, значительное увеличение времени запоминания приводит лишь к небольшому увеличению воспроизведения. Увеличение времени в 8 раз привело к увеличению количества переданной информации только в 1,7 раза.

Вместе с тем опыты показали уменьшение пропускной способности памяти как функции времени запоминания. Увеличение времени запоминания в 8 раз привело к уменьшению скорости запоминания в 4,5 раза. Отсюда следует, что фактор времени для запоминания у человека не является главным. Таким главным фактором, как это принято и доказано в советской психологии памяти [1, 5], является деятельность. В нашем же случае деятельность испытуемых в процессе запоминания была очень обеднена, так как они располагали совершенно случайным и бессмысленным материалом, лишенным какой бы то ни было избыточности, закономерностей и ограничений. При запоминании осмысленного избыточного материала время запоминания, как известно, резко снижается, но даже и в этом случае остается непомерно большим по сравнению со временем запоминания в технических системах. Вместе с тем быстрое запоминание и прочное сохранение информации возможно также для живых систем. Видимо, оно просто нецелесообразно, так как затрудняет выборку полезной информации.

Не исключено, что длительное запоминание у человека является неизбежным следствием скорости воспроизведения — выборки информации (по отношению к емкости памяти), превосходящей современные запоминающие устройства, и что для ускорения выборки информации из технических запоминающих устройств в будущем полезно будет замедлить ввод информации и использовать некоторые черты человеческого способа запоминания.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Зинченко. Непроизвольное запоминание. Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1961.
2. Л. П. Крайзмер. Бионика. Госэнергоиздат, 1962.
3. Л. П. Крайзмер. Хранение информации в кибернетических системах.

В кн. «Информация и кибернетика». Сб. статей под ред. акад. А. И. Берга. Изд. «Сов. радио», 1967.

4. А. Н. Леснтьев, Д. Ю. Панов. Психология человека и технический прогресс. В кн. «Философские вопросы высшей нервной деятельности и психологии». Изд. АН СССР, 1963.

5. А. А. Смирнов. Проблемы психологии памяти. Изд-во «Просвещение», 1962.

6. W. R. Garner. Uncertainty and structure as psychological concepts. New York — London, Wiley, 1962.

7. E. S. Robinson, C. W. Darrow. Effect of length of lists upon memory for numbers. Amer. J. Psychol., 1924, vol. 35, pp. 235—243.

8. C. E. Shannon. A mathematical theory of communication. Bell Syst. Tech. J., vol. 27, pp. 379—423. Русск. пер. в кн. К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. Изд-во иностр. лит., 1963.

ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ

П. Б. Невельский, М. Д. Розенбаум

В больших системах совместно работают люди-операторы и электронные вычислительные машины. Для общения человека с машиной на современном этапе развития техники вполне возможно использование не только искусственных, но и естественных языков. Как показал Д. Ю. Панов [3, 4], в процессе развития естественных языков наблюдается повышение их информативности, и взрослый развитый человек стремится использовать более информативный язык. Для машины же проще использовать менее информативный язык. Поэтому предполагается, что общение человека с машиной должно осуществляться на основе некоторого компромисса между этими двумя противоположными тенденциями. Успешное решение проблемы общения человека с машиной, очень важное для будущего развития человечества, невозможно без исследований, результаты которых позволят определить, должен ли быть найден некоторый критерий, ограничивающий информативность человеческих языков для общения с машиной, или же нужно стремиться к тому, чтобы машины делались пригодными для общения на наиболее информативных языках [3, 4].

Разрешение этой проблемы затруднено из-за целого ряда нерешенных задач. Одной из них — информационным измерениям естественного языка, точнее, специального делового (профессионального) подязыка — посвящено настоящее исследование.

Рассмотрим два информационных параметра языка, его энтропию и избыточность.

Под энтропией языка будем понимать среднюю предельную условную энтропию на одну букву незнакомого текста как меру ее неопределенности, когда известна цепочка предшествующих букв этого же текста длиной от тридцати букв и более.

Относительной энтропией будем называть отношение энтропии текста H к максимальному значению H_{\max} , которого могла бы достичь энтропия текста при тех же символах. Относительная энтропия — показатель максимального сжатия, которое в принципе можно осуществлять кодированием без изменения алфавита.

Избыточность по [6] — единица минус относительная энтропия — является мерой организации символов, мерой ограничений, накладываемых на свободу их выбора, т. е.

$$R = 1 - \frac{H}{H_{\max}}.$$