

Дж. А. Миллер

**МАГИЧЕСКОЕ ЧИСЛО СЕМЬ ПЛЮС  
ИЛИ МИНУС ДВА. О НЕКОТОРЫХ ПРЕДЕЛАХ  
НАШЕЙ СПОСОБНОСТИ  
ПЕРЕРАБАТЫВАТЬ ИНФОРМАЦИЮ<sup>1</sup>.**

Джордж А. Миллер родился 3-го февраля 1920 г. Окончил Гарвардский Университет в 1944 г. Член Национальной Академии Наук. В настоящее время работает в Принстонском Университете. Основные направления научных исследований в области когнитивной психологии, психологии языка и психолингвистики.

*Сочинения: Plans and the structure of behavior (with E. Galanter, and K. Pribram), Y. 1960 (Планы и структура поведения. М., 1965); Language and perception (with Johnstone-Laird P.N.) Cambridge, 1976.*

Повсюду меня преследует один знак. В течение семи лет это число буквально следует за мной по пятам, я непрерывно сталкиваюсь с ним в своих частных делах, оно встает передо мной со страниц самых распространенных наших журналов. Это число принимает множество обликов, иногда оно несколько больше, а иногда несколько меньше, чем бывает обычно, но никогда не изменяется настолько, чтобы его нельзя было узнать. Та настойчивость, с которой это число преследует меня, объясняется чем-то большим, нежели простым совпадением. Здесь чувствуется какая-то преднамеренность, все это подчинено какой-то определенной закономерности. Или в этом числе действительно есть что-то необычное, или я страдаю манией преследования.

Я начну свой рассказ с того, что опишу вам некоторые эксперименты, в которых проверялось, с какой точностью люди могут обозначать числами величины различных параметров стимулов. Выражаясь традиционным языком психологии, эти эксперименты следовало бы назвать экспериментами по абсолютной оценке. Однако в силу исторической случайности им присвоили другое название, и теперь мы называем их экспериментами по определению способности людей передавать информацию. Поскольку эти эксперименты никогда не были бы поставлены, не пояись на психологи-

ческой арене теория информации, и поскольку для анализа результатов экспериментов привлекают понятия теории информации, мне придется, прежде чем я приступлю к обсуждению темы, сделать несколько замечаний, касающихся этой теории.

**Измерение информации**

Термин «количество информации» обозначает то же самое понятие, которое мы имели в виду, употребляя в течение многих лет термин «изменение» (variance). Эти выражения неодинаковы, но если твердо придерживаться той идеи, что всякое увеличение изменений влечет за собой увеличение количества информации, то мы не сильно погрешим против истины.

Преимущества этого нового подхода к трактовке изменений вполне очевидны. Изменения всегда выражаются различными единицами измерений — метрами, килограммами, вольтами и т. д., — в то время как количество информации есть безразмерная величина<sup>2</sup>. Поскольку информация в дискретном статистическом распределении не зависит от единицы измерения, мы можем распространить эту концепцию на те ситуации, где мы можем установить метрики и где мы обычно и не подумали бы об использовании понятия изменения. Кроме того, такой подход дает нам возможность сравнивать результаты, получаемые в совершенно различных экспериментальных условиях, когда было бы трудно сравнивать изменения, выраженные в различных единицах измерения. Таким образом, весьма убедительные причины заставляют нас принять эту более новую концепцию.

Сходство между изменением и количеством информации можно объяснить следующим образом: когда мы сталкиваемся со значительным изменением, мы почти ничего не знаем о том, что должно произойти в дальнейшем; если мы в таком случае (когда нам мало что известно) проводим наблюдение, то оно дает нам огромное количество информации. С другой стороны, если изменение очень невелико, то мы заранее знаем, что нам даст наше наблюдение, поэтому мы получим в результате нашего наблюдения очень мало информации.

1 Инженерная психология // Под ред. Д. Ю. Панова и В. П. Зинченко. М., 1964.

2 Это утверждение не совсем точно. О размерности энтропии источника сообщений см. в книге: Л. Бриллюэн. Наука и теория информации. М.: Физматгиз, 1960. — Прим. перев.

Если представить себе систему связи, то легко понять, что для нее характерна большая изменчивость как того, что поступает в систему, так и того, что из нее выходит. Следовательно, вход и выход системы можно описать посредством их изменений (или их информации). В хорошей системе связи должна существовать определенная систематическая зависимость между тем, что поступает на вход системы, и тем, что получается на ее выходе. Иначе говоря, выход системы зависит от входа или соответствует ему. Если мы найдем эту зависимость, то сможем определить, какая часть выходных изменений определяется входом и какая часть возникает из-за случайных флуктуации или «шума», вносимого системой при передаче. Таким образом, мы видим, что мера передаваемой информации есть просто мера связи между входом и выходом.

Надо следовать в дальнейшем двум простым правилам. Когда бы я ни упомянул о «количестве информации», вы должны понимать под этим «изменение»; когда я буду говорить о «количестве переданной информации», вы должны будете понимать под этим «совместное изменение», или «взаимозависимость».

Эту ситуацию можно отобразить графически посредством двух частично перекрывающихся окружностей. Тогда левая окружность может представлять собой изменение на входе, правая окружность — изменение на выходе, а перекрывающаяся часть — взаимозависимые изменения входа и выхода. Под левой окружностью следует иметь в виду количество информации на входе, под правой — количество информации на выходе, а перекрывающаяся часть есть количество переданной информации.

В экспериментах по абсолютной оценке испытуемый рассматривается как канал связи. Тогда на нашем графике левая окружность будет представлять собой количество информации, заключенной в стимулах, правая окружность — количество информации, заключенное в ответных реакциях испытуемого, а перекрывающаяся часть — взаимоотношение между стимулами и ответными реакциями, измеренное количеством переданной информации. Задача эксперимента состоит в том, чтобы, увеличивая количество информации на входе, измерить количество переданной информации. Если абсолютные суждения испытуемого при этих условиях совершенно точны, то будет передана почти вся входная информация и она может

быть затем восстановлена из ответных реакций испытуемого. Если же он делает ошибки, то количество переданной информации будет значительно меньше входной. Можно ожидать, что по мере увеличения количества входной информации на входе испытуемый будет допускать все больше и больше ошибок, в таком случае мы можем попытаться выявить пределы точности его абсолютных оценок.

Если человек-наблюдатель представляет собой разумно устроенную систему связи, то по мере роста количества информации, поступающей на вход, количество передаваемой информации вначале будет возрастать и с дальнейшим ростом входной информации асимптотически приближаться к некоторой предельной величине. Это асимптотическое значение мы примем за пропускную способность<sup>3</sup> (channel capacity) наблюдателя, она представляет собой максимальное количество информации, которое может дать нам наблюдатель относительно стимулов посредством абсолютных оценок. Пропускная способность есть верхняя граница области, в пределах которой наблюдатель может согласовывать свои реакции с предъявляемыми ему стимулами.

Теперь осталось сказать всего несколько слов о двоичной единице<sup>4</sup> (bit), и мы перейдем затем к анализу некоторых данных. Одна двоичная система информации есть то количество информации, которое необходимо нам для принятия решения при выборе из двух одинаково вероятных возможностей. Если мы должны решить, превышает ли рост данного человека, шесть футов или нет, и если мы знаем, что обе эти возможности равновероятны, т. е. шансы между ними распределены поровну, то в таком случае нам необходима одна двоичная единица информации. Заметьте, что эта единица информации, использованная нами, никак не связана с мерами

3 Термин *tchannel capacity\** имеет в английской математической литературе по теории информации несколько отличный смысл от того, что имеет в виду автор. Однако мы сохраняем принятый в нашей технической литературе перевод этого выражения, хотя в данном случае под пропускной способностью следует понимать не максимальное количество информации, которое может быть передано в единицу времени, а логарифм максимально возможного числа различных стимулов безотносительно ко времени. Впрочем, это ясно из контекста. — Прим. перев.

4 Мы придерживаемся принятого в русской математической литературе обозначения — дв. ед. — Прим. перев.

длины — футами, дюймами или сантиметрами. Как бы вы ни измеряли рост человека, вам все равно (при данной задаче) будет нужна точно одна двоичная единица информации.

2 дв. ед. информации позволяют нам произвести выбор из четырех равновероятных возможностей, 3 дв. ед. информации — из восьми равновероятных возможностей, 4 дв. ед. — из 16, 5 — из 32 и т. д. Иначе говоря, если заданы 32 равновероятные возможности, то, прежде чем узнать, какая из них является правильной, мы должны осуществить пять последовательных бинарных решений, каждое из которых связано с 1 дв. ед. Итак, существует довольно простое правило: каждый раз, когда число возможностей для выбора увеличивается в два раза, прибавляется 1 дв. ед. информации.

Существует два способа увеличения количества входной информации. Мы могли бы увеличить скорость, с которой мы предъявляем информацию наблюдателю; при этом будет возрастать количество информации, входящей на единицу времени. В другом случае мы могли бы полностью игнорировать временную переменную и увеличить количество входной информации, увеличив число альтернативных стимулов. В экспериментах по абсолютным оценкам мы интересуемся именно вторым способом. Мы предоставляем наблюдателю столько времени, сколько ему требуется для того, чтобы дать ответ, при этом мы просто увеличиваем число альтернативных стимулов, среди которых он должен произвести свой выбор, и следим за тем, когда появятся ошибки. Ошибки начинают появляться при достижении того уровня, который мы называем «пропускной способностью».

### Симультанное восприятие

Я не могу закончить этот обзор, ничего не сказав хотя бы вкратце об экспериментах над различением чисел, проведенных в Маунт-Хоулиоукском колледже Кауфманом, Лордом, Ризом и Фолькманом. Они предъявляли испытуемым на экране беспорядочно составленные из точек изображения на время 1/5 сек. В любом предъявлении могло появиться от 1 до 200 точек. Задача испытуемых состояла в том, чтобы сообщить, сколько точек содержит изображение.

Прежде всего надо заметить, что, когда изображение содержало до пяти или шести точек, испытуемые просто не делали ошибок. Результаты действий с этими небольшими количествами точек были настолько отличны от результатов действий с большим числом точек, что этим действиям следует

дать специальное наименование. Когда число точек не превышает 7, говорят о «*мгновенном схватывании*» (subitise)<sup>6</sup>, при большем числе говорят об оценке (estimate). Как вы заметили, это именно то, что мы однажды метафорически назвали «объемом внимания».

Такое резкое прерывание на числе 7 является, конечно, предположительным. Наблюдаем ли мы и здесь тот же самый процесс, который ограничивает нашу способность к одномерным оценкам примерно семью категориями?

По моему мнению, это обобщение заманчиво, но безосновательно. Эти данные по оценке чисел не были проанализированы посредством теоретико-информационных понятий, но, основываясь на опубликованных результатах, я предполагаю, что испытуемые передавали не многим более 4 дв. ед. информации относительно числа точек. Прибегая к тем же самым аргументам, что и раньше, мы могли бы заключить, что существует всего около 20 или 30 различаемых численных категорий. Это значительно превосходит то количество информации, которое можно было бы ожидать от одномерного изображения. На самом же деле все это очень похоже на двухмерное изображение. И хотя еще не ясно, как определять размерность изображения, составленного из случайно сгруппированных точек, эти результаты приближаются к данным Клеммера и Фрика для двухмерного стимула при нахождении положения точки в квадрате. Вероятно, при оценке числа точек такими двумя измерениями являются занимаемая точками площадь и их плотность. В том случае, когда испытуемый может симультанно воспринимать, площадь и плотность изображения не являются значимыми переменными, но, когда испытуемый должен оценивать, эти параметры, вероятно, оказываются значимыми. Во всяком случае, это не настолько простое дело, как могло показаться на первый взгляд.

Это одна из тех областей, в которых меня преследует магическое число 7. Здесь мы сталкиваемся с двумя тесно связанными типами экспериментов, каждый из которых указывает на значение числа 7 как предела наших способностей. И все же при более углубленном изучении проблемы остается,

5 По смыслу дела предлагаемый автором термин эквивалентен установившемуся в нашей литературе понятию «симультанное восприятие». — Прим.. перев.

как кажется, вполне оправданное подозрение, что все это можно объяснить простым совпадением.

### Объем непосредственной памяти

Позвольте мне подвести итог сказанному таким образом: существует определенный четко выраженный предел той точности, с которой мы можем абсолютно (т. е. не прибегая к сравнению с эталоном) различать величину одномерной стимульной переменной. Я предложил бы называть этот предел *объемом абсолютной оценки*, и я утверждаю, что для одномерных оценок этот объем лежит где-то поблизости от числа 7. Наши способности, однако, не находятся в полной зависимости от этого ограниченного объема, потому что мы обладаем множеством способов выйти за его пределы и увеличить точность наших суждений. Вот три наиболее важные из них: (а) надо прибегнуть к относительным, а не к абсолютным суждениям, и если это невозможно, то (б) следует увеличить число измерений, по которым могли бы различаться стимулы, чтобы можно было составить ряд из нескольких последовательных оценок.

Исследование относительных оценок является одной из самых старых проблем экспериментальной психологии, и я не собираюсь здесь приводить обзор этих исследований. Второй способ, заключающийся в увеличении размерности стимулов, мы только что подробно рассматривали. Кажется, что, добавляя новые измерения и требуя только грубых, бинарных оценок типа «да» — «нет» по каждому из признаков, мы сможем расширить объем абсолютных оценок от 7 по крайней мере до 150. Если исходить из нашего повседневного опыта, то, вероятно, этот предел лежит где-то около нескольких тысяч, если он в действительности существует. По моему мнению, нельзя беспредельно объединять измерения. Я предполагаю, что существует также *объем перцептивной размерности* и что численное значение этого объема лежит где-то около десяти, но я должен сразу же добавить, что для доказательства этого предположения у меня нет никаких объективных данных. Этот вопрос также нуждается в экспериментальном исследовании.

Что же касается третьего приема — использования последовательных оценок, то на нем мне хотелось остановиться несколько более подробно, потому что здесь прибегают к интересному приему, когда память ставится на службу процесса различения. И поскольку мнемонические процессы не

менее сложны, чем перцептивные, можно думать, что разобратся в их взаимодействии будет не так-то легко.

Предположим, что мы начнем просто с небольшого развития той экспериментальной методики, которой мы уже пользовались. До сих пор мы предъявляли наблюдателю один стимул и просили назвать его немедленно после предъявления. Мы можем развить эту методику, если потребуем от испытуемого не спешить с ответом, пока ему не будет предъявлена последовательность нескольких стимулов. Он должен давать ответ в конце последовательности стимулов. Наша экспериментальная ситуация оказывается той же самой, что и при измерениях передаваемой информации. Но теперь мы перешли от экспериментов по выработке абсолютных суждений к тому, что по традиции называется экспериментами по исследованию непосредственной памяти.

Прежде чем мы начнем рассматривать относящиеся к этому вопросу данные, мне хотелось бы сделать предостережение, чтобы помочь вам избежать некоторых очевидных ассоциаций, которые могут ввести в заблуждение. Всем известно, что существует конечный объем непосредственной памяти и что для большинства типов тестового материала этот объем не превышает 7 единиц. Я только что говорил об объеме абсолютных оценок, который соответствует примерно 7 различным категориям, и об объеме внимания, составляющем примерно 6 предметов, которые можно увидеть одновременно. Что может быть естественнее предположения о том, что все эти явления есть различные аспекты единого процесса, лежащего в их основе? И именно в этом предположении кроется коренная ошибка. Эта навязчивая вредная идея преследовала меня столь же упорно, что и магическое число 7.

Моя ошибка вела примерно к следующему. Мы уже видели, что количество информации, которое наблюдатель может передать, является инвариантным свойством объема абсолютных суждений. Между экспериментами по абсолютным оценкам и экспериментами по изучению непосредственной памяти существует большое операционное сходство. Если явления, связанные с непосредственным запоминанием, в чем-то сходны с абсолютными оценками, то отсюда следует, что количество информации, которое может запомнить наблюдатель, также является инвариантным свойством объема непосредственной памяти. Если количество информации в объеме не-

посредственной памяти является постоянной величиной, то тогда этот объем должен быть малым в том случае, когда запоминаемые отдельные единицы содержат много информации, и большим в том случае, когда они несут мало информации. Например, каждая десятичная цифра несет 3,3 дв. ед. информации, мы обладаем способностью сохранять в памяти примерно семь десятичных цифр, что дает в сумме 23 дв. ед. информации. Изолированное слово английского языка несет примерно 10 дв. ед. каждое. Если общее количество информации остается постоянным и равным 23 дв. ед., то в таком случае мы должны были бы помнить только два или три выбранных наугад слова. Таким путем я пришел к гипотезе, согласно которой объем непосредственной памяти меняется в зависимости от количества информации, приходящейся на единицу тестового материала.

Измерения объема памяти, сведения о которых имеются в литературе, проводились с учетом, но недостаточно определенным, этой зависимости. Поэтому необходимо было поставить дополнительные опыты. Хейес [10] попытался это сделать, используя в своих экспериментах пять различных типов тестовых материалов: бинарные цифры, десятичные

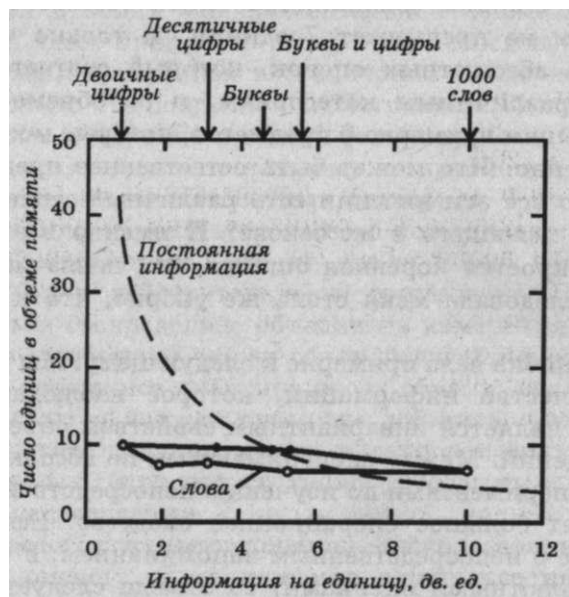


Рис. 1 Данные Хейеса [10], показывающие зависимость объема непосредственной памяти от приходящегося на единицу тестового материала количества информации.

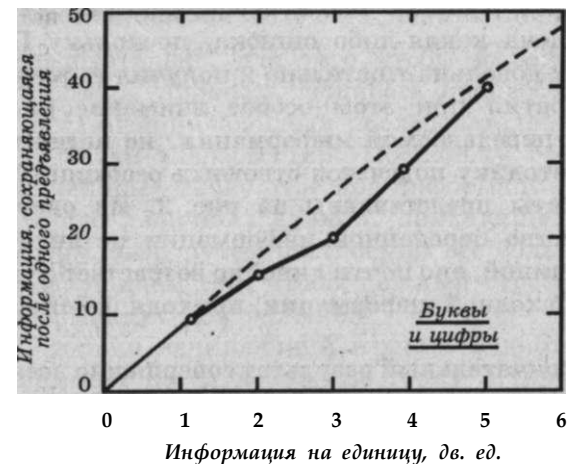


Рис. 2. Данные Поллака [16], показывающие зависимость остающегося после одного предъявления количества информации от приходящегося на единицу тестового материала количества информации.

цифры, буквы латинского алфавита, эти же буквы плюс десятичные цифры и, кроме того, 1000 односложных слов. Списки символов читались вслух со скоростью один символ в секунду, и испытуемым предоставлялось столько времени на ответные реакции, сколько им было необходимо. Для подсчета реакций использовалась методика, предложенная Вудвортом [20].

Полученные результаты представлены на рис. 1 черными кружками. Пунктирная линия на этом же рисунке показывает, каким должен был бы быть объем непосредственной памяти в том случае, если бы количество информации оставалось постоянным. Сплошными линиями показаны данные, полученные на самом деле. Хейес повторил свой эксперимент, используя различные по объему тестовые словари, содержащие только английские односложные слова. Этот более однородный тестовый материал не изменил значительным образом окончательные результаты. При бинарных символах объем непосредственной памяти равен 9 единицам, и, хотя он и снижается до 5 единиц при односложных английских словах, получаемая разница оказывается гораздо меньшей, чем это можно было бы предположить на основании гипотезы постоянства количества информации в объеме непосредственной памяти.

Не следует думать, что в экспериментах Хейеса могла быть допущена какая-либо ошибка, поскольку Поллак [16] повторил их довольно тщательно и получил те же результаты. Поллак обратил при этом особое внимание на измерение количества передаваемой информации, не надеясь на традиционную методику подсчетов ответных реакций. Полученные им результаты представлены на рис. 2. Из рисунка видно, что количество переданной информации не является постоянной величиной, оно почти линейно возрастает с увеличением количества входной информации, приходящейся на один символ.

Итак, окончательный результат совершенно ясен. Несмотря на то, что магическое число 7 в силу случайного совпадения появляется в обоих случаях, объем абсолютных оценок и объем непосредственной памяти характеризуют два совершенно различных типа ограничений, накладываемых на наши возможности по переработке информации. Абсолютные оценки связаны с ограниченным количеством информации, а непосредственная память ограничена числом запоминаемых единиц. Для того чтобы выразить это различие в наглядной форме, я предлагаю проводить различие между *дв. ед.* информации, с одной стороны, и *отрезком информации* (chunks) — с другой. В таком случае можно будет говорить, что число двоичных единиц информации постоянно для непосредственной памяти. Кажется, что объем непосредственной памяти почти не зависит от числа двоичных единиц, приходящихся на отрезок информации, по крайней мере в тех пределах, которые были исследованы к настоящему времени.

Противопоставление терминов *дв. ед.* и *отрезок информации* проливает также свет и на то обстоятельство, что мы не очень точно определяем, из чего именно образуется этот отрезок информации. Например, полученный Хейесом объем непосредственной памяти в 5 выбранных наугад Из 1000 английских односложных слов может быть назван объемом памяти в 15 фонем, поскольку каждое слово образовано примерно тремя фонемами, а логическое различие между ними не так уж очевидно. Мы имеем здесь дело с процессом организации или группировки входных стимулов в знакомые единицы или отрезки информации, и значительная часть усилий при обучении должна быть направлена на образование таких знакомых единиц.

## Перекодирование

Следовательно, для того чтобы выражаться более точно, мы должны признать важность процессов группирования **или** организации входных последовательностей в единицы **или** отрезки информации. Поскольку объем памяти равен ограниченному числу отрезков информации, мы можем увеличить число двоичных единиц, приходящихся на один отрезок информации, путем построения все больших и больших отрезков, причем так, чтобы каждый отрезок содержал больше информации, чем раньше.

Человек, только начинающий изучать радиотелеграфный код, воспринимает на слух каждую точку и тире отдельно, как отдельный отрезок информации. Но вскоре он обретает способность организовывать эти звуки в буквы, и теперь он уже обращается с буквами как с отрезками информации. Затем буквы организуются в слова, которые в свою очередь становятся **еще** большими отрезками информации, и оператор начинает целиком воспринимать целые фразы. Я **не** имею в виду, что каждый описанный шаг есть дискретный процесс **или** что на кривой обучения должны появляться ровные участки (плато), потому что, конечно, различным уровням организации соответствуют различные скорости работы и эти уровни перекрывают друг друга в процессе обучения. Я просто указываю на тот очевидный факт, что в ходе обучения точки и **Тире** организуются в слуховые образы и что по мере образования все больших отрезков информации в соответствующей степени возрастает количество сообщений, которые способен запомнить оператор. Пользуясь предлагаемыми мною терминами, можно сказать, что оператор учится увеличивать число двоичных единиц, приходящихся на отрезок информации.

В теории связи такой процесс называется *перекодированием*. Входные сообщения представляют собой код, который содержит много отрезков информации при небольшом числе двоичных единиц, приходящихся на отрезок. Оператор перекодировывает входные сообщения в новый код, который содержит меньше отрезков информации, но при большем числе двоичных единиц, приходящихся на отрезок. Существует много способов выполнить эти операции перекодирования, но, вероятно, наиболее простая заключается в образовании группы входных символов, присвоении нового обозначения группе и запоминании этого нового названия вместо запоминания исходных входных символов.

Поскольку я убежден в том, что этот процесс является очень общим и важным для психологии процессом, я хочу рассказать вам о демонстрационном эксперименте, который с полной ясностью проиллюстрирует вам все, что я говорил. Этот эксперимент был проведен С. Смитом в 1954 году.

**Способы перекодирования последовательностей двоичных цифр**

Двоичные цифры (дв. ед.)	1 0	1 0 0 0	1 0 0 1	1 1 1 0 0	1 1 1 0
2:1 Отрезки информации	10	10	00	10	01 11 00 11 10
Новый код	2	2	0	2	1 3 0 3 2
3:1 Отрезки информации	101	000	100	111	001 110
Новый код	5	0	4	7	1 6
4:1 Отрезки информации	1010	0010	0111	0011	10
Новый код	10	2	7	3	
5:1 Отрезки информации	10 100	01 001	11001	110	
Новый код	20	9	25		

Начнем с того уже отмеченного факта, что человек способен воспроизвести по памяти восемь десятичных цифр и только девять двоичных цифр. Поскольку в данном случае наблюдается такое расхождение в количестве информации, воспроизводимой в двух ответах, мы тотчас же предполагаем, что для увеличения объема непосредственной памяти на двоичные цифры необходимо было бы применить методику перекодирования. В таблице приведен метод, предназначенный для группирования и переименования. В верхней графе представлена последовательность из 18 двоичных цифр, которая гораздо больше, чем может воспроизвести по памяти испытуемый после однократного предъявления. В следующей строке эти же самые двоичные цифры сгруппированы в пары. Здесь могут образоваться следующие четыре пары: 00 переименовывается в 0, 01 переименовывается в 1, 10 — в 2 и 11 — в 3. Иначе говоря, мы перешли от двоичной арифметики к четверичной арифметике. В перекодированной последовательности теперь имеется только 9 цифр, которые надо запомнить, и это количество почти не превышает объема непосредственной памяти. В следующей строке таблицы исходная последовательность двоичных цифр перекодирована в отрезки информации по 3 символа в каждом. Имеется всего 8 возможных сочетаний из 3 символов. Мы даем, таким образом, каждому сочетанию новое обозначение от 0 до 7. Теперь мы перешли от последовательности 18 двоичных цифр к последовательности 6 восьмеричных цифр, и это число вполне укладывается

в объем непосредственной памяти. В последних двух строках двоичные цифры сгруппированы по 4 и 5, и им присвоены двоичнодесятичные обозначения от 0 до 15 и от 0 до 31.

Вполне очевидно, что этот способ перекодирования приводит к увеличению числа двоичных единиц, приходящихся на отрезок информации, он позволяет также преобразовать двоичную последовательность в форму, которая легко может быть удержана в непосредственной памяти.

Смит привлек к опытам 20 испытуемых и измерил: объем их непосредственной памяти на двоичные и восьмеричные цифры. Оказалось, что объем непосредственной памяти равен 9 для двоичных и 7 для восьмеричных цифр. Затем каждая из приведенных в таблице схем кодирования была дана 5 испытуемым. Они изучали процесс перекодирования до тех пор, пока не сообщили, что он им понятен, это продолжалось от 5 до 10 мин. Затем он снова проверял объем их памяти на двоичные цифры, в то время как они пытались применить изученные ими схемы перекодирования.

В каждом случае применение схем перекодирования увеличивало объем их непосредственной памяти на двоичные цифры. Но это увеличение не было настолько большим, как следовало бы ожидать исходя из значений объема для восьмеричных цифр. Поскольку отмеченное различие увеличивалось с ростом коэффициента перекодирования, мы можем заключить, что нескольких минут, отведенных на ознакомление со схемами перекодирования, явно недостаточно. Очевидно, переход из одного кода в другой должен происходить почти автоматически, иначе испытуемый потеряет часть следующей группы, в то время как будет пытаться вспомнить перевод последней группы.

Поскольку случаи с коэффициентами 4:1 и 5:1 нуждаются в расширенном изучении, Смит решил последовать примеру Эббингауза и провести эксперименты на самом себе. С чисто немецкой терпеливостью он тщательно изучил последовательно все схемы перекодировки и получил результаты, представленные на рис. 3. Теперь результаты были очень близки к тем, которых можно было бы ожидать исходя из значения объема памяти на восьмеричные цифры. Он смог запомнить 12 восьмеричных единиц. При перекодировке с коэффициентом 2:1 эти 12 отрезков информации соответствуют 24 дв.ед. При коэффициенте перекодирования 3:1 12 отрезков составляют 36 дв. ед., а при коэффициентах 4:1 и 5:1 они составляют почти 40 двоичных цифр.

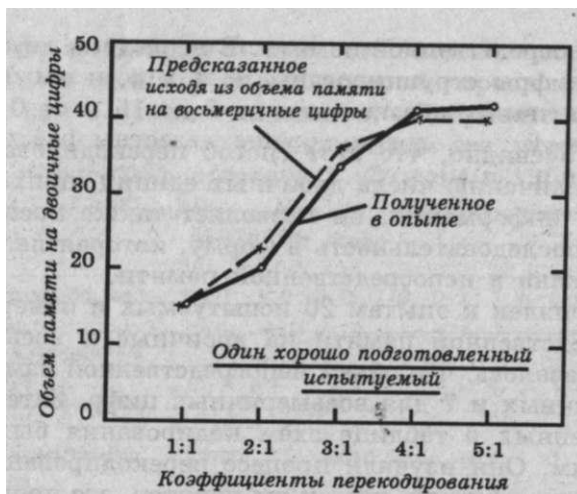


Рис. 3. Зависимость объема непосредственной памяти на двоичные\* цифры от использованной методики перекодирования. Предсказанная функция получена путем перемножения объема непосредственной памяти на восьмеричные цифры на 2,3 и 3,3 при перекодировании по основаниям 4,8 и 10 соответственно.

Когда человек воспринимает 40 двоичных цифр и затем безошибочно их воспроизводит, это производит удивительное впечатление. Однако если вы думаете, что все это можно рассматривать просто как мнемонический прием для расширения объема памяти, то вы упускаете при этом гораздо более важное обстоятельство, которое следует почти из всех таких мнемонических схем. Оно заключается в том, что перекодирование оказывается исключительно мощным инструментом для увеличения количества информации, которое мы можем обработать. В нашей повседневной практике мы постоянно в той или иной форме прибегаем к процессам перекодирования.

По моему мнению, самым привычным типом перекодирования, к которому мы все время прибегаем, является перевод на словесный код. Когда мы хотим вспомнить какую-либо историю, или довод, или идею, мы обычно стараемся пересказать ее своими словами. Когда мы хотим запомнить какое-либо событие, свидетелями которого мы стали, то обычно делаем вербальное описание этого события и затем вспоминаем именно это вербальное описание. Воспроизводя что-либо по памяти, мы восстанавливаем путем вторичной переработки детали, которые кажутся совместимыми с тем частным вербальным перекодированием, которое было сделано нами. Существование этого процесса было подтверждено известным

экспериментом Кармайкла, Хогэна и Вальтера [3], где исследовалось влияние названий на воспроизведение по памяти визуальных изображений.

В судебной психологии хорошо известны расхождения в показаниях очевидцев, но подобные расхождения и искажения не бывают произвольными — они проистекают из того обстоятельства, что каждый свидетель пользовался своей системой перекодирования, которая зависела от всего его жизненного опыта. Наш язык исключительно приспособлен для перераспределения данных в немногие богатые информацией отрезки. Я предполагаю, что и воображение также является одной из форм кодирования, но получить представления операционным путем и затем изучить их экспериментально — это гораздо более трудная задача, чем исследование связанных с символами форм перекодирования.

Исследование процесса запоминания событий изложенным способом кажется вполне возможным. Процесс запоминания можно рассматривать как процесс формирования отрезков информации или групп из объединяемых совместно символов до тех пор, пока не образуется достаточно малое число единиц, которое мы сможем в дальнейшем воспроизвести полностью по памяти. Особый интерес в этом отношении представляет работа Боусфилда и Коена [2] по образованию группировок слов при воспроизведении их по памяти.

### Краткие выводы

Мне хотелось бы, подойдя к концу изложения своего материала, сделать краткие заключительные замечания.

Во-первых, количество информации, которую мы можем получить, переработать и запомнить, ограничено в некоторых отношениях объемом абсолютных оценок и объемом непосредственной памяти. Путем симультанной организации входных стимулов по нескольким измерениям и последовательного упорядочения их в ряд отрезков информации нам удастся устранить или по крайней мере значительно ослабить эту ограниченность наших процессов переработки информации.

Во-вторых, процесс перекодирования является очень важным психологическим процессом и заслуживает гораздо большего внимания, чем ему до сих пор уделялось. В частности, тот вид лингвистического перекодирования, которым поминутно пользуются люди, представляется мне жизненной основой новых мыслительных процессов. Клиницисты, социальные психологи, лингвисты и антропологи постоянно сталкиваются



с процессами перекодирования, но тем не менее, вероятно, из-за того, что перекодирование менее доступно экспериментальному исследованию, чем, например, работа с бессмысленными слогами или Т-образными лабиринтами, традиционная экспериментальная психология очень мало или почти ничего не внесла в анализ этой проблемы. Тем не менее и здесь можно разработать экспериментальные методики, найти способы перекодирования и индикаторы поведения. И я надеюсь, что нам удастся обнаружить очень стройную систему отношений, описывающих то, что теперь кажется лишь разрозненным набором не слишком связанных между собой фактов.

В-третьих, предлагаемые теорией информации методики и меры дают возможность количественного подхода к решению некоторых из этих задач. Теория информации дает нам единицу измерения для калибровки стимульного материала и для измерения характеристики испытуемых. Стремясь к ясности изложения, я опускал некоторые технические детали, и старался выражать свои мысли наиболее простым образом. Надеюсь, что это не заставит вас думать, будто бы они совсем бесполезны в исследовании. Теоретико-информационные понятия уже оказались весьма полезными при изучении процессов распознавания и лингвистических проблем; они обещают быть также полезными при исследовании процессов обучения и связанных с памятью явлений; кроме того, предполагалось, что они смогут найти применение при изучении образования понятий. Теперь могут показаться важными многие казавшиеся бессмысленными лет двадцать или тридцать назад вопросы. В самом деле, я чувствую, что должен здесь закончить свой рассказ как раз тогда, когда он действительно становится очень интересным.

И наконец, как же обстоит дело с магическим числом 7? Что можно сказать о 7 чудесах света, о 7 морях, о 7 смертных грехах, о 7 дочерях Атланта — Плеядах, о 7 возрастах человека, 7 уровнях ада, 7 основных цветах, 7 тонах музыкальной шкалы или о 7 днях недели? Что можно сказать о семизначной оценочной шкале, о 7 категориях абсолютной оценки, о 7 объектах в объеме внимания и о 7 единицах в объеме непосредственной памяти? В настоящее время с пока предпочитаю воздержаться от суждения. Вероятно, за всеми этими семерками скрывается нечто очень важное и глубокое, призывающее нас открыть его тайну. Но я подозреваю, что это только злое пифагорейское совпадение.

## Литература

1. Beebe-Center J. G., Rogers M. S., O'Connell D. N. Transmission of information about sucrose and saline solutions through the sense of taste // *J. Psychol.*, 1966, 39, p. 167—160.
2. Bousfield W. A., Cohen B. H. The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged words of different frequencies-of-usage // *J. gen. Psychol.*, 1965, 62, p. 83—96.
3. Carmichael L., Hogan H. P., Walter A. A. An experimental study of the effect of language on the reproduction of visually perceived form // *J. exp. Psychol.*, 1932, 16, p. 73—86.
4. Chapman D. W. Relative effects of determinate and indeterminate // *Aufgaben Amer. J. Psychol.*, 1932, 44, p. 163—174.
6. Eriksen C. W. Multidimensional stimulus differences and accuracy of discrimination // *USAF, WADC Tech. Rep.*, 1964.
6. Erikson C. W., Hake H. W. Absolute judgements as a function of the stimulus range and the number of stimulus and response categories // *J. exp. Psychol.*, 1956, 49, p. 323—332.
7. Garner W. R. An informational analysis of absolute judgements of loudness // *J. exp. Psychol.*, 1953, 46, p. 373—380.
8. Hake H. W., Garner W. R. The effect of presenting various numbers of discrete steps on scale reading accuracy // *J. exp. Psychol.*, 1951, 42, p. 358—366.
9. Halsey R. M., Chanani A. Chromaticity-confusion contours in a complex viewing situation // *J. Opt. Soc. Amer.*, 1954, 44, p. 442—454.
10. Hayes J. R. M. Memory span for several vocabularies as a function of vocabulary size // *Quarterly Progress Report, Cambridge, Mass.: Acoustics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Jan.-June, 1952.*
11. Jakobson R., Fant C. G. M., Halle M. Preliminaries to speech analysis, Cambridge, Mass.: Acoustics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, 1952 (Tech. Rep., 13).
12. Kaufman E. L., Lord M. W., Reese T. W., Volkman J. The discrimination of visual number // *Amer. J. Psychol.*, 1949, 62, p. 498—525.
13. Klemmer E. T., Frick F. C. Assimilation of information from dot and matrix patterns // *J. exp. Psychol.*, 1953, 45, p. 15—19.
14. Kuelpel O. Versuche über Abstraktion // *Ber. ii. d. I Kongr. f. exper. Psychol.*, 1904, p. 56—68.
15. Miller G. A., Nicely P. E. An analysis of perceptual confusions among some English consonants // *J. Acoust. Soc. Amer.*, 1955, 27, p. 338—352.
16. Pollak I. The assimilation of sequentially encoded information // *Amer. J. Psychol.*, 1953, 66, p. 421—435.