

Глава 9.

ПАМЯТЬ И ОБУЧЕНИЕ

9.1. Кратковременная и долговременная память

Как это не покажется странным одной из самых интересных проблем для педагогов - практиков является проблема памяти в обучении. Почему школьники и студенты так быстро забывают учебную информацию, которую им многократно повторял учитель? Какие методы надо применять, чтобы запоминание было наиболее долгим? Почему, когда учитель дает опорные конспекты, ученики быстро схватывают образную информацию, а потом даже через значительное время могут быстро вновь воспроизвести ее?

Тот повышенный интерес, который проявляют педагоги к вопросам запоминания и забывания учебной информации, объясняется достаточно просто: большинство педагогов - практиков цель процесса обучения и его методы видят в том, долго ли ученик, (студент) помнит то, что ему объясняли на уроке или лекции, или он изучал учебный материал самостоятельно. Если ученик многое помнит, следовательно, педагог хороший и ученик внимательный. Однако глубинные механизмы памяти, которые влияют на весь учебный процесс и его эффективность остаются вне поля зрения педагогов. Но проблема памяти и обучения остается.

Память и творчество эти две наиболее важные субстанции учебного процесса остаются, как и раньше, наиболее интересными для исследователя. Вспомним, Вертгеймер и его последователи не признавали роль ассоциаций в учебном процессе. Они считали их непродуктивными и механистическими.

Чтобы понять механизмы памяти в процессе научения, мы сначала остановимся на вопросе кратковременной и долговременной памяти. Среди ученых - физиологов, занимающихся проблемой кратковременной и долговременной памяти, существуют две точки зрения на механизмы хранения и консолидации следа памяти.

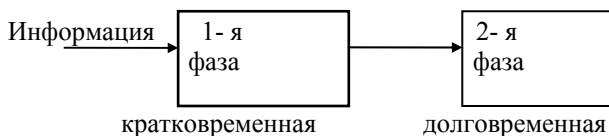
Первая гласит: информация попадает в отдел долговременного хранения через кратковременную память. Кратковременная память не в состоянии долго удерживать информацию и, хотя последняя туда попала, она может исчезнуть навсегда. Чтобы информация хранилась долго, биохимические процессы, ее обеспечивающие, оказываются растянутыми по времени. Поэтому возникает большая глубина следа хранимой информации, и она может воспроизводиться в человеке спустя длительный промежуток времени после ее получения.

Согласно другой точке зрения, все зависит от того, насколько близко или далеко находится след памяти от порога считывания. Если след памяти - где-то, в окрестности порога считывания, то информация хранится долго и считывается быстро и без усилий. Если след памяти попадает в подпороговое состояние, то воспроизвести информацию очень трудно и создается впечатление, что информация просто забыта.

Второй точки зрения придерживается отечественный специалист по вопросам памяти нейрофизиолог Р. Ю. Ильюченко (1), на которого автор многократно ссылается в этой книге. Ильюченко считает, что попадание следа памяти в окрестность порога считывания зависит от степени эмоциональной окрашенности информации в момент ее предъявления. В дальнейшем мы сделаем попытку, используя представления об этом механизме запоминания и воспроизведения, предложить оригинальную модель памяти с применением математического подхода. Это выглядит парадоксально, но речь идет не о формализации понимания биологических процессов, а о подходе, который неожиданным образом позволяет прояснить некоторые моменты эмоционального восприятия информации и в дальнейшем более быстрого, и более медленного ее воспроизведения в зависимости от уровня эмоций, сопровождающего входную информацию.

Оба подхода не отрицают самого смысла понятий кратковременной и долговременной памяти, но вкладывают в них различное содержание. Но независимо от взглядов на эту проблему нужно использовать такие методы обучения, которые были бы адекватно эффективны при любой точке зрения. Эти методы должны быть помехоустойчивы независимо попадает ли информация в долговременную память через кратковременную или срок ее хранения и легкость считывания зависят от удаленности следа памяти от порога считывания при воспроизведении. Надо сказать, такие подходы не новы, они используются в радиолокации, в сейсмической разведке и, вообще говоря, в различных сферах, где применяется теория принятия решений. Этот путь – поиск инвариантных методов обнаружения сигналов или инвариантных методов обработки.

В чем их преимущество перед другими? Инвариантные методы не зависят от изменения условий. В нашем случае обе точки зрения на интерпретацию понятий – кратковременная и долговременная память – не должны сказываться на эффективности выбранных методов обучения. В любом случае всегда желаемым является попадание учебной информации в «кладовые» долговременной памяти, но таким образом, чтобы можно было бы потом вызвать ее оттуда. Если информация туда не попала, то ее нельзя по прошествии определенного времени вспомнить. Путь в «кладовую» долговременной памяти всегда лежит через блок кратковременной, но информация в ячейках кратковременной памяти хранится недолго, всего, по разным данным, от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Это первая фаза запоминания информации. Ниже приводится простейшая схема движения информации по блокам кратковременной и долговременной памяти.



Согласно второй концепции, след памяти быстро переходит в подпороговое состояние, и его считывание и воспроизведение в связи с этим затруднено. Если же воспринимаемая информация эмоционально окрашена, то след памяти находится в определенной близости от порога считывания, и запомненная информация легко считывается даже по прошествии времени, намного большего, чем это допускается при хранении в кратковременной памяти. На рисунке схематично изображено длительное и кратковременное хранение информации в зависимости от удаленности информации от порога считывания.



Небезынтересно знать, каковы характеристики кратковременной памяти. По данным, приведенным у Л. Линдсея и Д. Нормана, после 0,5 с от образа сигнала мало что остается, так как он стирается (2). Объем кратковременной памяти невелик, - всего 5-9 отдельных единиц запоминаемого материала.

«Если в мозг поступает последовательность таких единиц (назовем их понятиями), то первые будут вытеснены последним и пропадут для последующего считывания и воспроизведения» (3).

Что же происходит с единицами материала (понятиями) в блоке кратковременной памяти, когда одно за другим в нее попадают другие единицы-понятия? Л. Линдсей и Д. Норман считают, что результатом их исчезновения есть две причины - стирание и интерференция. Забывание как следствие интерференции - исключительно интересная для исследования проблема. Упомянутые ученые получили очень важные результаты.

«Когда единица предъявляется впервые, интенсивность ее следа равна A . Когда предъявляется еще одна единица, интенсивность следа критической единицы падает до $A \cdot f$ (где $0 < f < 1$).

Когда предъявляется новая единица, интенсивность падает до $(A \cdot f) \cdot f = A \cdot f^2$.

Если некоторое число интерферирующих единиц (k) было предъявлено, после предъявления критической единицы интенсивность критической единицы будет равна $A \cdot f^k$, т.е. интенсивность следа памяти убывает в геометрической прогрессии в зависимости от числа предъявленных единиц»(4).

Как видно из этих данных, убывание следа памяти происходит с огромной скоростью, в зависимости от следующих друг за другом единиц информации. Это явление знает каждый. Приведем простой и для многих понятный пример. На конференции, услышав спорный аргумент, слушающему докладчика хо-

чается сразу возразить, но необходимо дослушать говорящего до конца. Как поступает человек? Он, пытаясь удержать нужную ему информацию и сформулировать свой аргумент, отключает свое внимание от всего остального и тем самым неосознанно убирает эффект интерференции. Остановимся чуть-чуть подробнее на этом вопросе. Интерференция сигналов на фоне шума - одна из самых тщательно разработанных задач и в теории обнаружения и выделения сигналов на фоне помех, и, более того, одна из самых интересных и сложных проблем в теории связи, радиолокации, сейсмической и других видах геофизических разведок. Безусловно, есть общие методы борьбы с помехами, и есть методы различения сигналов на фоне других, которые для искомого сигнала выступают как мешающие (5).

Какие принципы лежат в основе различения и обнаружения сигналов? Накопление сигналов или их многократное повторение. Суть состоит в том, что один и тот же сигнал синхронно много раз повторяется, накапливается до тех пор, пока его суммарная амплитуда существенно не превысит установленный уровень. Проблема заключается в том, какой пороговый уровень следует выбрать. Если же величина порога K мала, то возможна ошибка, можно принять помеху за сигнал; если значение K сделать большим, то полезный сигнал может не превысить этот уровень, и сигнал будет пропущен. Оптимум величины K выбирается из условия минимизации вероятности ошибок. Они могут быть двух родов: ложная тревога и пропуск сигнала. Один из самых сильных методов обнаружения и выделения сигналов из шума - это фильтрация.

Фильтр выбирается таким, чтобы его частотная полоса пропускания была настроена на сигнал при условии подавления помех. Теория частотной фильтрации хорошо разработана. На первый взгляд, результаты теории связи для обнаружения сигналов из шумов не обладают большой привлекательностью для психологических и физиологических проблем памяти человека. Но это поверхностный взгляд, как мы увидим в дальнейшем, когда будем рассматривать теорию о вероятностном исчислении смыслов. Сейчас отметим, что общие методы применимы и в психологии обучения. Второй причиной исчезновения информации из кратковременной памяти является ее забывание как следствие постепенного стирания следов временем. Что при этом происходит? Единица информации, допустим, слово, оставляет след в долговременной памяти, но с течением времени «глубина» этого следа уменьшается, и наступает момент, когда он стирается совсем. Линдсей и Норман предлагают формулу, описывающую этот процесс $A \bullet f^t$, где A - интенсивность, f - коэффициент $0 < f < 1$, t - время (6).

Как противодействовать стиранию следа? Самый простой прием - человек повторяет единицу информации про себя и, таким образом, подкрепляет след. Или ему другой человек (например, ученик ученику) многократно повторяет эту единицу информации, допустим, номер телефона. Рассмотрим еще такой пример из книги П. Линдсея и Д. Нормана «Переработка информации у человека». (7). Испытуемому дается большой список слов, не связанных между

собой. Каждое предъявляемое слово, подлежащее заучиванию, дается по отдельности. Вот часть этих не связанных смыслом слов:

1. Стол, дверь, шар, пядь, штык и т.д.

2. На восприятие дается 1 сек.

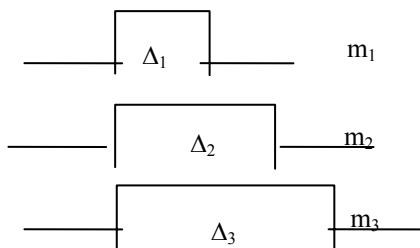
3. Эксперимент показал, что человек лучше припоминает те слова, что были в начале, но лучше те, что были в конце. Слова в середине быстро забываются. Рассмотрим этот эксперимент в терминах теории обнаружения сигнала из шума. Каждое слово - это полезный сигнал, все остальные для него - шум. Из теории связи известно, что качество (вероятность) обнаружения сигнала на фоне шума зависит от отношения энергии сигнала к энергии помехи. Эта величина называется отношением сигнал шум и записывается в виде формулы (8).

$$R = \frac{E_m}{E_n},$$

где E_m и E_n - соответственно энергии сигнала $m(t)$ и помехи $n(t)$.

Очевидно, что энергия помехи (все множество слов) будет на порядок больше энергии отдельного сигнала (слова). Такая аналогия легко объясняет плохое запоминание одного слова, не связанного с остальными.

Проиллюстрируем, как влияет длительность сигнала прямоугольной формы на величину отношения сигнал/шум. Ниже на рисунке изображены три сигнала прямоугольной формы m_1 , m_2 , m_3 различной длительности Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , так, что $\Delta_1 < \Delta_2 < \Delta_3$.



Энергии сигналов $m_1 = m_1(t)$, $m_2 = m_2(t)$ и $m_3 = m_3(t)$ соответственно равны:

$$E_1 = \int m_1^2(t) dt \quad E_2 = \int m_2^2(t) dt$$

$$E_3 = \int m_3^2(t) dt$$

Если взять интервал интегрирования T значительно большим, чем Δ , то очевидно, что отношение энергий сигнала к помехе $n(t)$ будет зависеть от длительности сигнала

$$R_i = \int_T m_i^2(t) dt \bigg/ \int_T n^2(t) dt \quad i = 1, 2, 3$$

$$R_1(\Delta_1) < R_2(\Delta_2) < R_3(\Delta_3)$$

От аналогии с обнаружением временных сигналов вида $m(t)$ на фоне помехи $n(t)$ перейдем к интересующей нас задаче фиксации следов кратковременной памяти интерференционных сигналов-понятий. Допустим, мы имеем одно слово, одну условную единицу информации, и, очевидно, одно слово будет «тонуть» в море других слов, являющихся для него шумом. Шумовые слова, например, такие как зима, вода, пальма, река и т.п. не связаны между собой. Поэтому такой шум является некоррелированным. Обнаружение и выделение сигнала на фоне некоррелированных шумов всегда легче.

Что подсказывает нам жизненный опыт? Разрозненные слова запомнить практически невозможно, например, цифры, образующие шестизначный номер телефона (допустим, 321925), с одного или двух раз не запоминаются. Только услышав и повторив несколько раз подряд, или только сразу записав, можно сохранить эту или любую другую комбинацию цифр.

Как повысить отношение сигнал/шум при обучении? Самое простое увеличить длительность полезного сигнала. То есть для предъявления испытуемому дать не одно слово (стол) среди других, а пять таких слов (стол, стол, стол, стол, стол). Но при обучении это нереально.

Жизнь диктует другое, и дают не одно слово, а фразу, в которой слова связаны смыслом, и таким образом длительность сигнала возрастает.

Допустим, слово «стол» - одно понятие, «стол стоит в темной комнате» - это уже четыре связанных понятия. В этой фразе все четыре слова сильно связаны между собой смыслом, поэтому «длительность» такого психологического сигнала намного больше, чем одиночного понятия «стол».

Если фразу «стол стоит в темной комнате» включить в таблицу несвязанных слов, о которой мы уже говорили, то ее запоминание и воспроизведение будут намного прочнее, чем любое отдельно взятое слово из этой таблицы. Это говорит о том, что принципы обнаружения сигналов на фоне помех в какой-то степени адекватны процессу передачи смысловой информации, которая воспринимается человеком. Как только одно слово из этой фразы попадает в

долговременную память, оно, будучи связано с другими, «тянет» по цепочке друг за другом всю фразу.

Вот мы и вышли на самый важный момент нашего повествования в этой части - связи принципов психологии и памяти. Информация, связанная смыслом, повышает степень запоминания путем увеличения «глубины» следа памяти за счет увеличения длительности сигнала по отношению к шуму. Все, что не входит в целостный образ - это шум. Поэтому информация, предъявляемая педагогом на уроке в школе, может быть разделена на ту, которая отображает смысловые связи понятий, входящих в изучаемый объект, и ту, которая с ним не имеет ничего общего. Но что значит ничего общего и с какой точки зрения? Если учитель ее дает, то он считает, что в этом есть смысл. Иначе она имеет осмысленные связи с другой информацией. Но ученик не встраивает такую информацию в свои старые структуры, и она для него имеет смысл шума и тем самым мешает запоминанию той, которая для ученика представляется полезной.

Почему часть информации с точки зрения ученика - полезная, а часть - мешающий фон? Полезная информация, в концепции теории барьеров Кедрова, - это та информация, которая встраивается в старые структуры. Часть ее, преодолевая познавательные-психологические барьеры структур, соединяется со старыми. Часть информации, излагаемой учителем, в схеме защитительных барьеров в мозгу ученика отторгается и образует «дыры» в новых структурах, и потому эта часть информации, хотя она полезна и нужна ученику, все-таки и есть шумовой фон для той, что ассимилирована мозгом ученика и прочертила «след» у него в долговременной памяти.

В силу интерференции и стирания следов памяти часть информации бесследно пропадает и не остается в долговременной памяти. На следующем уровне между учителем и учеником возникает напряжение, так как учитель не знает, какая часть учебной информации не зафиксирована в виде следов в памяти учеников.

Парадокс состоит в том, что теоретики гештальтпсихологии сами не только не видели связи между хорошим запоминанием и продуктивным мышлением, но даже считали, что прочное запоминание и хорошее воспроизведение информации, извлечение ее из памяти, не имеет никакого отношения к продуктивному мышлению. Поэтому они и не только они, резко отрицательно относились к ассоциативному мышлению.

Однако природа человека гармонично сочетает все его психические и физиологические функции. Если есть хорошее запоминание с помощью ассоциаций, значит, что для функционирования всего организма в целом это целесообразно.

Какие методы борьбы с маскирующим информационным шумом должны быть, чтобы повысить эффект запоминания и воспроизведения полезной информации? Перечислим их.

1. Информация воспринимаемая мозгом должна, по возможности носить большую эмоциональную окраску.

2. Подаваемая информация должна быть осмысленной.

3. Подаваемая информация должна быть предъявлена как целостный охват всего объекта изучения, так как при этом происходит синхронное восприятие полезных сигналов на фоне разрозненных и некоррелированных помех, что может быть нами трактовано как один из принципов обучения и продуктивного мышления.

4. Методы подачи информации должны учитывать теорию барьеров Кедрова – с тем, чтобы максимально большее количество материала попало в долговременную память в виде осмысленных связей в старые и новые структуры. Способы преодоления барьеров - это ассоциативные и наглядные образы, имеющие смысловую связь с основными понятиями изучаемого материала. Между старыми и новыми структурами включаем ассоциативные образы. Таким образом, мы показываем, что с точки зрения более прочного запоминания и оставления более глубоких следов памяти в процессе предъявления учебной информации необходимо формировать целостный охват ситуации, при этом особенно значительна роль ассоциативных образов.

5. Считывание информации из памяти зависит не только от близости или удаленности ее от порога считывания, но также от полноты считывания конкретной информационной структуры. Чем больше информационных “дыр” в структуре, тем труднее идет процесс считывания. Этому явлению можно дать такое метафорическое толкование - каждый информационный элемент, (понятие или связь между понятиями) несет определенную энергетическую нагрузку, и чем больше пустот - пробелов, тем меньше энергия всплеска выхода из кладовых памяти на поверхность сознания. Каждое понятие, извлекаемое из памяти, выходя на поверхность сознания, как на буксире, вытаскивает следующее с ним связанное, то в свою очередь вытаскивает соседнее, связанное уже с ним понятие и т.д. Но когда цепочка нарушается из-за пробелов в структурах, эффект “взаимопомощи”, возникающий между понятиями, сразу нарушается. В этот момент в мозгу происходит борьба между двумя силами - одна стремится извлечь структуру из памяти на поверхность сознания, другая ее удерживает. В связи с этим можно предложить неявную зависимость скорости считывания информационной структуры из памяти и некоторыми параметрами, характеризующими ее. Если обозначим число n пустот - пробелов в считываемой структуре, среднюю удаленность ее элементов от порога считывания через R , средний уровень эмоциональной окрашенности структуры через \mathcal{E} и скорость считывания структуры S из памяти через $V_{сч}$, то можно записать функциональную зависимость

$$V_{сч} = F(n, R, \mathcal{E})$$

Качественно эту функциональную зависимость мы уже описали. В обучении понимание того, что эта зависимость существует, играет первостепенное значение. Обучение становится резко неэффективным при малой эмоциональной окрашенности учебной информации, а также наличии многочисленных пробелов в исходных структурах, которые педагоги стремятся наращивать у своих учеников, а также в условиях подпорогового нахождения информации в кладовых памяти. Ведь впоследствии не будет обеспечено быстрое считывание новых структур из-за пробелов в старых и новых структурах. Рекомендация простейшая - нельзя двигаться дальше, не заполнив пробелы в исходной структуре.

Вернемся к радиолокационной модели. Начиналась теория радиолокации с довольно простых случаев, а именно с обработки временных сигналов, временной фильтрации, обнаружения временных сигналов. Но затем теория была распространена на двумерный случай, когда рассматривались пространственно-временные сигналы вида $m(t, x)$ и более сложные вида $m(t, r)$, где r - радиус-вектор, зависящий от трех координат - x, y, z . В этом случае говорят о многомерной обработке полей. Такая обработка более помехоустойчива.

Для какой цели автор сделал этот экскурс в теорию радиолокации? Для того, чтобы показать, что при приеме информации человек также сталкивается с многомерным случаем. Если это так, то, когда мы говорим о целостном охвате ситуации и об ее фиксации в виде следов памяти, нам необходимо рассматривать более полную картину.

Многомерная обработка происходит также в мозгу у человека. Условно мы ее можем расчленить на обработку текста наводящего вопроса, напечатанного на бумаге, обработку ответа, обработку зрительного образа (опорные конспекты Шаталова), рисование учебного образа и живые учебные сюжеты в театрализованных представлениях. Оставление следа памяти от различных форм и по разным каналам.

Таким образом, мы видим, что выстраивается задача помехоустойчивости методов передачи информации, и ее запоминания. В теории принятия решений известно, что когда говорят об оптимальных методах обработки информации, то, прежде всего, имеют в виду критерии оптимальности или о критериях качества. Различные критерии приводят к различным методам и различным результатам. Какой критерий нам необходимо выбрать? Так как речь идет о памяти, то будем считать, что методы предъявления информации должны обеспечивать прочное запоминание информации, и чтобы считывание и воспроизведение ее было наилучшим в условиях шумового фона. Выше мы уже говорили, что необходимо увеличивать длительность полезного сигнала. Это, во-первых.

Во-вторых, использовать принцип накопления информации. Одна и та же информация подается многократно. Но здесь есть проблемы, о них несколько позже.

В-третьих, переходить к многомерному подходу при передаче информации: речь, чтение, наводящие вопросы, рисование, ассоциативные наглядные образы и театр. Театрализация урока требует особого обсуждения.

Используя эти приемы, мы должны быть уверены, что следы памяти и в общем случае энграммы (образ, модель) должны легко считываться и воспроизводиться, они должны быть защищены от помех и интерференции. Чтобы это происходило, следы памяти должны находиться в пределах зоны порога считывания.

Для нас чрезвычайно важно понять причины, способствующие забыванию информации. Как мы выяснили, с точки зрения в первой концепции механизма забывания называют две причины - интерференция и стирание. Вторая концепция, предполагающая длительность хранения информации в зависимости от близости или удаленности от порога считывания, также наибольшее внимание уделяет интерференции, из-за которой одни сигналы вытесняются из области, благоприятной для считывания и воспроизведения, в область далекую.

Есть сигналы, которые (по отношению их к легкости считывания) имеют привилегированное положение. Это те, которые обладают новизной. Физиологи говорят, селекция идет по признаку новизны. Почему это происходит? Интерес к повторяющейся информации падает, в связи с чем возникает эффект так называемого латентного торможения. Р. Ильюченко по этому поводу замечает, что это становится биологически оправданным, так как информация теряет новизну, и нет необходимости держать ее все время на пороге считывания. Однако поскольку информация повторяется многократно, мозг расценивает это как не случайное явление, и потому возникает стремление сохранить эту информацию в памяти, хотя и на более низком, но все же доступном уровне считывания ее следа (8).

Как видим, в первом взгляде на природу хранения информации в памяти не учитывается значимость многократного повторения. По второму взгляду многократное повторение не адекватно простому накоплению сигналов на фоне помехи с фиксированной энергией. Р. Ильюченко считает, что латентное торможение - это выбранный эволюцией механизм отбора информации, и мозгу нецелесообразно повторно фиксировать то, что в нем уже заложено.

Как же поступить в обучении, чтобы пройти между Сциллой и Харибдой, т.е. между степенью новизны и необходимостью повторения информации для закрепления следа памяти. Выход есть. Его неосознанно применял Сократ. А может быть, выдающаяся интуиция гениального философа подсказала ему диалогические приемы, а ежедневная практика полемики неоднократно подтверждала его прозрения в области воздействия его речей на своих собеседников.

Одним из самых сильных приемов в логике Сократа была индукция. Смысл этого приема в подборе почти идентичных фактов, но все-таки деталями различающихся. Это были легкие наводящие вопросы к собеседнику. Поскольку ничего особенно нового они не говорили, собеседник легко на них отвечал и

попадал в ловушку Сократа, суть которой - идти на уступки собеседнику, становясь на его точку зрения, но постепенно подводя его к противоречию. Вопросы действовали как эмоциональный раздражитель и обуславливали быструю реакцию считывания нужной Сократу информации. Она (информация) попадала в область вблизи порога считывания, и в результате в мозгу у собеседника возникал доминирующий очаг того смысла, к которому и подводил Сократ. Почему в этом случае не возникал эффект латентного торможения? Во-первых, вопрос действовал как раздражитель и активизировал реакцию считывания. Во-вторых, Сократ варьировал форму, сохраняя смысл, и поэтому действовал эффект новизны.

Таким образом, четко уясним себе некоторые моменты. Многократное повторение теряет эффект накопления одной и той же информации и углубление следа памяти из-за латентного торможения. Поскольку повторяется одно и то же, теряется эффект новизны, создающий интерес.

Одновременно теряется эмоциональная окраска, наступают безразличие и скука. Возникает явное противоречие - однократное предъявление информации приводит к ее быстрому забыванию по тем причинам, о которых мы говорили выше, а ее повторение приводит к латентному торможению.

Как поступить и найти оптимальное решение? Выход есть. Он заключается в многократном повторении информации с вариацией. Иначе одно и то же понятие, один и тот же фрагмент структуры и вся структура предъявляются для запоминания в различном обрамлении, но с обязательным сохранением смысловых связей между понятиями.

Второе, нужна эмоциональная окраска в каждой новой вариации. Как мы уже говорили, это позволит сохранить полезную информацию в области около порога считывания, что обеспечит более легкое воспроизведение закрепленной в памяти информации.

Рассмотрим характерный пример. Требуется переслать в долговременную память такую структуру:

расстояние : время = скорость

1. Учитель на доске очень крупными буквами записывает это выражение и просит учеников разноцветными фломастерами перенести его в тетрадь.

2. Ученикам предлагается текст художественного рассказа с интересной фабулой, в котором была бы задача на движение с неизбежным вопросом: чему равна скорость, если расстояние измеряется в километрах, а время движения в часах.

3. Ученикам в период решения задачи следует зарисовать фрагмент рассказа. Причем учитель должен создать ситуацию вдохновения, которое спонтанно рождается во время общего рисования всем классом. Тишина, поощрение: «У тебя замечательно получается, у тебя тоже, ты молодец. Смотрите, какое у Алеши на рисунке солнце!» – и т.д.

4. После того как задача решена, предлагается другой сюжет, и опять с интересной фабулой, описаниями природы, но новая задача отражает тот же математический смысл, и снова вопрос, какова скорость, но расстояние уже не в километрах, а в метрах, а время не в часах, а в минутах или секундах. Таким образом, выбирается линия многократного повторения с вариациями художественного обрамления (рассказ) одного и того же математического смысла.

Чтобы еще более усилить вариации и практически убрать механизм латентного торможения, не следует одну и ту же формулу бомбардировать в течение короткого времени. Необходимо растянуть этот процесс, перемежая другими задачами, прямо не связанными с движением. Это опять вызовет эффект новизны.

Один из самых сильных приемов пересылки информации в долговременную память сводится к тому, чтобы в течение короткого времени возбудить в мозгу доминирующий очаг. Это достигается с помощью быстрой серии наводящих легких вопросов, посылаемых в готовую к приему информации ученическую аудиторию.

Радость маленького самостоятельного открытия или неудача создает необходимый эмоциональный фон, и в течение короткого промежутка времени в мозгу создается стойкий эмоциональный очаг, связанный со смыслом

расстояние : время = скорость

Чему равна скорость корабля, если расстояние, которое он проплыл за 2 часа равно 50 км? Следует ответ учеников. Тотчас же новый вопрос. Чему равна скорость корабля, если за 2 часа он проплыл 80 км? Снова ответ учеников. Опять подобный по смыслу вопрос. Чему равна скорость корабля, если он за 3 часа проплыл 75 км?

Вот такие три вопроса автор задавал в течение 2-3 минут и всегда получал в ответ хор быстрых догадок.

В результате в памяти остается глубокий след. Совокупность всех этих приемов позволяет добиваться очень хороших результатов запоминания и быстрого воспроизведения в нужный момент.

Однако самый трудный момент в обучении - это создать ситуацию, когда учебная информация биологически значима для учащихся. На экзамене это, безусловно, имеет место. Информация на шпаргалке или подсказка соседа. Но это эпизод, и он не создает объемного следа для запоминания всех осмысленных связей в структуре. Биологически значимой становится информация, когда она затрагивает существенные моменты, связанные с жизнью человека. Но учащийся привыкает и к двойкам, и к пятеркам. Оценки ставятся после ответа, а нужно, чтобы информация была биологически значимой в процессе ее обработки мозгом. Больше того, вклинивание мысли о возможной неудаче и получении двойки наоборот вызывают нежелательный эффект интерференции и стресса, мешающего озарению и целостному охвату ситуации.

Был найден совершенно неожиданный прием, который подсказала учебная практика. Однажды автор, занимаясь с учениками третьего класса, стремился научить их понимать очень сложные задачи, связанные со встречным движением в ситуации, когда обе скорости неизвестны. В процессе подхода к задачам такого плана автор видел, что не сможет добиться результата, так как внимание учеников (среди которых было большинство мальчиков) рассеивается, а забывание предыдущих структур, связанных с задачами на движение, не давало быстро продвигаться вперед. Почему?

Автор искал ответ и нашел его в том, что учебная информация, несмотря на то, что она была интересна ученикам, не могла выйти на уровень биологически значимой, и потому забывание было чрезмерным. Приходилось варьировать одними и теми же структурами дольше обычного.

Однако, когда автор свои сюжеты задач переводил в плоскость автомобильных гонок, он видел, что глаза мальчишек буквально горели. О чем это говорило? Эта информация была для них биологически значимой. К тому времени книжка «Веселая математика 1» была уже готова, но автор решил дополнить ее еще одним рассказом «Гонки над пропастью», и когда рассказ был готов, то стал читать его ребятам разных классов, от третьих до восьмых, и увидел, что попал в цель. Сложность этой задачи, безусловно, не под силу и третьему, и пятому классу, но возможно понимание ее сущности через смысловое целостное восприятие.

Математическая постановка задачи заключается в определении неизвестных скоростей двух гоночных автомобилей, несущихся в разные стороны. Как всегда, задано, что скорость одной больше другой, и общее суммарное расстояние, на которое они разъехались за фиксированное время. Задача усложнена тем, что разница в скорости дается в км/ч, а время в минутах.