

Н. Ф. Овчинников.

Тезаурусная модель интеллекта и психологические механизмы эффективности методик изобретательства.

Рукопись, депонированная в ВИНТИ 23 авг. 1982 г. № 4629-82 Деп.

© Овчинников Н.Ф., 1982

E-mail: ovtsch@mail.ru

Исторически представления о мышлении, как и все другие разделы психологии, вначале складывались на основе интроспекции, самонаблюдения за осознаваемыми процессами. При таком подходе главной наукой о мышлении признавалась логика, а под мышлением подразумевались собственно рассуждения в уме, внутренняя речь. Позже, по мере развития психологии и выявления всё большей роли неосознаваемых процессов, эти неосознаваемые этапы мышления рассматривали как свёрнутые рассуждения. Таким образом, по сути своей, подход к мышлению оставался прежним — оно представлялось как цепь последовательных операций /1/, /2/, /3;4/.

Иначе представляли себе мышление гештальт-психологи. В основе мыслительных процессов предполагалось наличие определённых структур знания. Аналогично, основой мышления считал "познавательные карты" и Толман /4;17/. Однако ни гештальт-психологи, ни Толман не могли объяснить детальную механику использования этих моделей, процесс перехода от одних структур к другим.

На необходимость перехода к учёту структуры знаний, "внутренней модели внешнего мира" указывалось в работах многих кибернетиков и психологов /5/, /6/, /7/, /2:307-327/. Так М. Г. Ярошевский /2;327/ пишет: "На любом уровне сложности действие регулируется образом. Образ отражает вещи и их объективные связи. Перед психологией стоит задача объяснить не только как возникает образ, но и как благодаря образу организм может "осуществлять экстраполяцию и антиципацию и превращать приобретение опыта в процессы творчества."

В данной работе предлагается механизм функционирования "внутренней модели внешнего мира", неосознаваемых процессов использования информации, хранимой в памяти. Основой подхода является гипотеза о подобии основных принципов переработки информации на физиологическом и психическом уровне. В общем виде они могут быть сформулированы так: переработка информации определяется состоянием связей между отдельными элементами и состоянием самих элементов.

Переработка информации в нервной системе определяется проводимостью синапсов, что отражает состояние связей между элементами, и порогом возбудимости самого нейрона. Основой психических процессов является отражение в уме человека внешнего мира, "субъективный образ объективной реальности", индивидуальная совокупность представлений, совокупность знаний о внешнем мире, организованная в сложную структуру, информационная база интеллекта, содержимое памяти или кратко — тезаурус.

Понятие тезауруса употребляется в узком и широком смысле. В узком смысле оно употребляется в информатике /3/ и означает вид толкового словаря. В широком смысле тезаурус — означает структурно организованную совокупность информации, отражающую семантику отображаемого объекта /9/, /10/. В данной работе использование термина тезаурус вместо понятия "информация, хранимая в памяти" вызвано необходимостью отрыва от ассоциативной базы понятия память. В традиционном понимании понятие памяти связывается в основном только с процессами запоминания, пассивного хранения и воспроизведения. В данной же работе основное внимание будет уделено процессам, происходящим с информацией, хранимой в памяти, в ходе мышления и не проявляющимся в виде припоминания или другой осознанной форме, процессам активных изменений информации, хранимой в памяти, в ходе мышления. С другой стороны, для обозначения "внутренней модели внешнего мира", "субъективного образа объективной реальности" используется понятие сознание в широком смысле, в смысле "со-знания" /11/, всей совокупности знаний, имеющихся у человека. Поскольку в данной работе будет идти речь о процессах не сопровождающихся осознанием в узком смысле этого слова, в смысле перехода

информации в поле осознанного внимания, то использование термина сознание привело бы к парадоксальной формулировке о "неосознаваемых процессах в сознании".

Тезаурус имеет сложную структуру. Отдельные представления связаны между собой ассоциативными связями. Сила ассоциативных связей соответствует вероятности сочетания данных объектов в индивидуальном опыте. Представления могут находиться в различных состояниях по степени активности. Наивысшей активностью обладают представления, находящиеся в поле осознанного внимания. Активность информации постепенно падает, что проявляется, например, в уменьшении лёгкости припоминания. В мыслительный процесс в первую очередь вовлекаются системы, цепи сильных ассоциативных связей. Слабые ассоциативные связи вовлекаются в том случае, когда элементы, которые они соединяют, находятся в состоянии повышенной активности.

Это подобно тому, как функционируют нервные сети: процесс возбуждения может распространяться, если в нейрон с высоким порогом (низкий уровень активности элемента) придёт сильный импульс, благодаря высокой проводимости соответствующего синапса, или, если слабый импульс поступит в нейрон с низким порогом (высокий уровень активности). Первичная активация элементов возникает вследствие того, что они оказываются в поле осознанного внимания или в результате восприятия из внешнего мира, или в результате внутриспихических процессов. Первичная активация вызывает вокруг себя вторичную активацию других, близко связанных с первыми, элементов. Вторичная активация слабее и обычно бывает ниже порога осознания.

В соответствии с тезаурусной моделью мышление предопределено структурой знаний. В операциональных концепциях мышление можно сравнить с полётом самолёта: штурман на земле прокладывает по карте маршрут, а в полёте в соответствии с этой программой отдаёт команды пилоту, каким курсом лететь. В тезаурусной модели мышление можно сравнить с движением автомобиля, оно предопределено дорогой: шоссе поворачивает влево и шофёр "крутит баранку" влево, шоссе вправо — и шофёр поворачивает вправо. Правда такое сравнение помогает понять только мышление бессознательное, без этапов осознания, активации, элементарный акт мышления — выдвижение идеи, гипотезы. Мышление, включающее моменты осознанного внимания, можно сравнить с тем же движением автомобиля в ночное время: осознание, активация подобны осветительной ракете, благодаря которой становятся видны боковые ответвления дороги.

Чисто бессознательное мышление, то есть такое, когда в поле осознанного внимания имеется только исходный стимул, вопрос, задача и без каких-либо промежуточных осознаваемых этапов возникает ответная реакция, гипотеза, идея решения, может давать как тривиальные, шаблонные результаты, так и оригинальные, творческие. Это зависит от того, насколько оригинальна сама структура знаний, представлений данного человека. Если структура знаний в области, соответствующей проблеме, у данного человека совпадает с общепринятой, то его интуитивные идеи будут шаблонны, если же его структура знаний значительно отличается от общепринятой, то бессознательно выдвигаемая идея, гипотеза будет оригинальна. Включение промежуточных этапов осознанного внимания может способствовать вовлечению в мыслительный процесс слабых ассоциативных связей и получению оригинальных идей. В общем случае творческие решения возникают в результате диалектического единства двух взаимно-противоположных процессов — процессов реализации системы сильных ассоциативных связей и процессов актуальной активации отдельных элементов информации, интуитивных и дискурсивных этапов.

Необходимо подчеркнуть именно взаимную противоположность этих процессов, что осложняет достижение творческих результатов. Активация информации направляет мыслительный процесс в других направлениях, чем интуитивная реализация сильных связей. В различных видах творческой деятельности может преобладать какой-то один механизм. Так в художественном творчестве издавна подчёркивается роль интуиции, а в научно-техническом — роль логического мышления. Это может быть объяснено так. Литературное творчество, например, — это отражение индивидуально-специфического жизненного опыта писателя и поэтому процесс написания художественного произведения это в основном автоматическая реализация структуры представлений автора. Наоборот, в научно-техническом творчестве совокупность сильно связанных представлений о технических объектах у большинства людей сходна и творческие результаты могут быть достигнуты при вовлечении структур слабых, маловероятных ассоциативных связей путём активации соответствующих элементов информации.

Обсуждая вопросы творчества, необходимо подробнее остановиться на понятии "интуиция". В предыдущем описании интуитивным называлось решение, возникающее в виде непосредственной реакции выдвижения идеи в ответ на стимульное воздействие, на постановку задачи без каких-либо промежуточных осознанных этапов. Однако во многих изложениях истории изобретений и открытий под интуитивными подразумеваются идеи, пришедшие после длительных периодов размышлений над задачей, часто с последующим отдыхом и возникающим затем "озарением". В

соответствии с тезаурусной моделью подобные случаи надо рассматривать как сложный результат сочетания процессов использования структуры сильных ассоциативных связей и процессов активации элементов информации. В подготовительном периоде в ходе рассуждений формируются новые ассоциативные связи, меняется активность различных элементов информации. У одних элементов активность значительно падает, особенно во время отдыха (например, активность элементов, связанных с первыми, инерционными, шаблонными идеями решения), активность же других остаётся ещё на достаточно высоком уровне (элементы, активированные в последних рассуждениях) и в результате такой динамичной "игры" активностей и подготавливается "озарение".

Тезаурусная модель тесно связана с предшествующими идеями в области психологии мышления. Представление о подготавливающей роли активации информации лежит в основе учения об установках. Процессы подготовки решения изучались С. Л. Рубинштейном. Им был выявлен принцип переформулировок /12/. В работах Я. А. Пономарёва /13/ показано, что предварительная активация обобщённой идеи решения эффективно помогает решению основной задачи. Исследования О. К. Тихомирова посвящены детальному исследованию процессов, подготавливающих решение /4/. То, что мы называем подпорогово активированной информацией в тезаурусе, можно сопоставить с использованием О.К.Тихомировым понятия невербализованного операционального смысла. Процессы активации и торможения в структуре "вербальной сети" по концепции Т. Н. Ушаковой составляет основу речи /14/, /15/.

Одним из поводов к разработке тезаурусной модели мышления послужила практика преподавания методики изобретательства по книге Г. С. Альтшуллера "Алгоритм изобретения". Наиболее бросающимся в глаза фактом при наблюдении за попытками стихийного решения изобретательских задач является полное отсутствие каких-либо логических рассуждений. Причём это даже бывает в группах инженеров и научных сотрудников при специальной инструкции записать ход размышлений. Несмотря на такую инструкцию, у большинства работа над задачей протекает в форме выдвижения готовых идей решения. При этом трудно оставаться на позициях операциональных концепций мышления. Гораздо естественней видеть в этих фактах, что стихийные, мгновенно выдвигаемые идеи решения не являются результатом каких-либо скрытых мыслительных операций, а predeterminedены уже готовой структурой знаний. Второй результат этих наблюдений — стихийно выдвигаемые идеи у большинства одинаковы и шаблонны. Тезаурусная модель позволила объяснить эти наблюдения. В соответствии с ней, стихийное выдвижение идей predeterminedено структурой сильных ассоциативных связей и поэтому, при совпадении индивидуальной структуры знаний с общепринятой, интуитивно, без активации вследствие осознания, предлагаются тривиальные решения. Первые идеи вызывают активацию, подготавливающую следующие. Вследствие этого, мышление идёт в одном, инерционном направлении. Работа же над задачей с использованием методик изобретательства помогает приходиться к решениям оригинальным.

Алгоритмическая методика представляет собой программу рассуждений над задачей. Прежде, чем разбирать механизмы влияния этих рассуждений на ход решения задач, рассмотрим простой пример. Если задать вопрос: "Какие средства транспорта вы знаете?" -,то большинство начнёт отвечать: автомашина, автобус, троллейбус, трамвай, метро, но едва ли кто-нибудь назовёт сразу колесницу, джонку, рикшу. Это обусловлено тем, что ассоциативные связи типа "транспорт" — "трамвай" сильные, а типа "транспорт" — "рикша" слабые.

При каких же условиях человек может в ответ на вопрос о транспорте назвать рикшу, джонку, колесницу? Вероятность таких ответов значительно повысится, если провести простейшую логическую операцию классификации. Если средства транспорта классифицировать по историческим периодам и по географическим районам, то в классе древних средств транспорта мы назовём колесницу, а в классе средств транспорта Востока — джонку, рикшу.

Почему классификация облегчает эти ответы? Это можно объяснить так. В структуре знаний "рикша" связана ассоциативно и с "Востоком" и с "транспортом". Активация элемента "Восток" вследствие того, что мы называем его про себя, мысленно, т.е. "осознаём", вызывает активацию элементов близко с ним связанных, активировается и элемент "рикша". В результате активации, несмотря на слабую ассоциативную связь с элементом "транспорт", слово "рикша" может теперь легче быть вовлечено в мыслительный процесс.

В процессе работы над задачей каждый пункт методики заставляет что-то осознанно сформулировать и эти осознанные формулировки цели, обобщённых представлений о компонентах системы, формулировки идеального конечного результата и т. д. вызывают активацию имеющейся в памяти, в тезаурусе информации. Распространяющаяся от этих элементов активация способствует тому, что в мыслительный процесс работы над задачей могут теперь включиться те элементы, которые с исходными условиями были связаны системой слабых ассоциативных связей. Первым пунктом алгоритмической методики является формулировка цели.

Главный недостаток стихийного мышления — отсутствие осознанных рассуждений и, прежде всего, осознанных формулировок цели. Чтобы решить задачу, необходимы осознанные формулировки и переформулировки понимания цели. Когда, в соответствии с первым пунктом АРИЗ (сокращённое название алгоритмической методики) делаются попытки дать осознанную формулировку цели, это способствует выявлению различных возможных пониманий цели, в отличие от того одного, инерционного, неосознанного понимания цели, которое руководит решающим при стихийном мышлении. Обычно такой неосознанной целью является устранение, преодоление препятствия на стандартном, на наиболее простом, само собой разумеющемся пути решения.

Рассмотрим такой пример: "По трубопроводу транспортируется взвесь железной руды в воде. Для регулирования потока на трубопроводе установлена задвижка. Но частицы руды быстро истирают задвижку. Как улучшить систему?" При стихийной работе над этой задачей внимание в первую очередь концентрируется на недостатке данного конкретного варианта — истирании задвижки рудой. И цель (не формулируемая осознанно!) понимается как предотвращение истирания задвижки. Проявляется эта неосознанная цель в том, что первые попытки решения представляют собой разные идеи защиты задвижки от истирания. Если же делаются попытки чёткой формулировки, задаётся самому себе вопрос: "А какова же цель?", то возникают разные ответы на этот вопрос — и узкий, конкретный: "Предотвратить истирание задвижки" и более широкий, общий — "Регулировка потока". Формулировка же более общего понимания цели — "Регулировка потока" позволяет увидеть, что регулировка с помощью задвижки только один из путей решения и возможны другие варианты.

Переход к более обобщающим формулировкам один из важнейших приёмов в методике изобретательства. На примере вопроса о транспорте уже было показано, что применение простейшей логической операции классификации, т.е. осознанной формулировки названий классов, способствует выявлению новых, оригинальных ответов. Всё это обусловлено тем, что обобщающие понятия являются узлами в тезаурусе, связанными со множеством конкретных элементов. Активация одного такого узла распространяется на многие близко связанные с ним более конкретные понятия. На других этапах АРИЗ обобщающие формулировки используются для описания системы, высшей формой такого обобщения является описание задачи на уровне таких понятий как вещество, поле, информация. При сведении любой технической задачи к модели на уровне понятий "вещество" и "поле" всегда могут быть предложены какие-то обобщённые решения, стратегии. Необходимо только от этих общих путей решения, стратегий переходить ко всё более конкретной детализации. Варианты общих путей решения обобщённой задачи служат как бы активирующей подсказкой, что облегчает возникновение конкретных идей решения.

Для стихийного мышления типично минимальное восхождение к общим представлениям. Ведь при нём результат предопределён обычно только активацией конкретных представлений, описывающих условия задачи. Эта активация захватывает только близкую им ассоциативную область. Любое представление в структуре знаний имеет обязательно прямую связь с более общим понятием, то в свою очередь с ещё более общим. Таким образом, из одного понятия высшего уровня общности расходится "веер" всё более конкретных понятий. При стихийном мышлении активация захватывает в лучшем случае только ближайший уровень обобщения как в отношении условий, так и в отношении понимания цели. В результате опорой для выдвижения идеи решения служит максимально близкая к исходной задача, для которой известно решение, прототип.

Разбирая механизмы активации информации в структуре знаний мы показали на некоторых примерах как активация одних элементов (например, общих понятий при классификации), вызывая распространяющуюся подпороговую активацию, способствует выдвижению оригинальных, маловероятных идей. Но подобные же механизмы могут играть и отрицательную роль при решении изобретательских задач. При восприятии условий задачи происходит активация элементов, соответствующих каждому элементу условий. Вокруг каждого из них возникает область подпороговой активации. Эти области могут отчасти пересекаться. В районах пересечения элементы получают двойную активацию. В результате при стихийном мышлении выдвигаемые идеи как бы автоматически учитывают сразу весь комплекс требований и идея, удовлетворяющая одно требование и неудовлетворяющая другие, может возникнуть с большим трудом. Безусловно, такой механизм является полезным в 90% случаев. Это необходимейший элемент обычного мышления. Но изобретательские проблемы возникают тогда, когда обычное "вероятное" мышление не может найти решение. Для выявления новых решений в данном случае необходимо было бы проанализировать те альтернативы, которые удовлетворяют не всему комплексу требований. Чтобы проанализировать маловероятные альтернативы, необходимо насилие над стихийным ходом мышления, специальные искусственные приёмы. В методике изобретательства такими приёмами, разрушающими автоматический, комплексный учёт всех сторон, являются морфологический анализ и формулировка идеальных частных решений. Морфологический анализ

помогает разрушить комплексное представление об исходных условиях задачи, формулировка идеального частного решения разрушает комплексное представление об ожидаемом конечном результате.

Морфологический анализ заключается в том, что объект изобретения мысленно расчлениют на составляющие компоненты и рассматривают в отдельности какими могут быть эти компоненты вообще. Концентрация внимания на отдельных частях помогает обнаружить такие варианты их реализации, которые при стихийном мышлении не могут "прийти в голову" из-за того, что возникновение стихийных идей предопределено комплексной активацией. Под формулировкой идеального частного решения мы подразумеваем то, что сам Г. С. Альтшуллер называет формулировкой идеального конечного результата. Фактически же, как это следует из разбираемых им примеров, это представление о конечном результате идеально обычно только с точки зрения какого-то одного требования задачи, а с другими оно вступает в резкое противоречие. При стихийном мышлении такие идеи не приходят, так как этому препятствует комплексная активация требований задачи. Анализ же таких идей позволяет приходиться к оригинальным решениям.

Изложенный выше механизм эффективности алгоритмической методики изобретательства относится фактически не к той трактовке, которая была предложена её автором Г. С. Альтшуллером. Им в качестве основного принципа использования предлагаемой программы работы над задачей выдвигалось положение о том, что программа "Алгоритм изобретения" основана на выявлении им "объективных закономерностей развития техники" и пользование этой программой состоит в том, чтобы давать чёткие, однозначные ответы на каждый пункт. При "правильных" ответах гарантируется якобы высокая вероятность получения изобретательского решения. Особенно ярко тенденция к жёстко детерминированной схеме работы над задачей проявляется в последних книгах Г. С. Альтшуллера "Крылья для Икара" и "Творчество как точная наука". Однако детальное ознакомление с ними пожалуй наиболее чётко показывает слабость такого подхода. Основываясь в своих примерах на готовых изобретениях, Г. С. Альтшуллер задним числом обосновывает какой ответ должен быть дан на каждый пункт методики, чтобы прийти к контрольному ответу. С точки же зрения предлагаемой модели мышления эффективное применение программных методов возможно, если пункты методики рассматриваются как источник активации, которая способствует осознанию самых различных ответов на каждый пункт программы.

Вывод, вытекающий из тезаурусной модели — "чтобы приходиться к оригинальным решениям, надо рассуждать" — может показаться, по меньшей мере, странным. Ведь рассуждения, явные или подразумеваемые как свёрнутые, считаются само собой разумеющимся компонентом решения любых задач. Здесь мы подходим к одной из фундаментальных проблем психологии — проблеме "сознание — бессознательное". Понятие "сознание" в одном слове объединяет фактически три малосовместимых аспекта: во-первых, то, что находится в поле осознанного внимания в данный момент, во-вторых, сознание как "со-знание", как вся совокупность знаний, хранимая в памяти, и, в-третьих, эффект рационализации, т.е. способность (выработанная коммуникативными потребностями?) после совершения действия (физического или в форме ответа на задачу) давать "задним числом" объяснение в форме рассуждения, логического обоснования. Иначе можно сказать, что понятие сознания неправомочно отождествляет информацию актуально апперцептированную, информацию потенциально апперцептируемую и информацию ретроспективно апперцептируемую. К факту рационализации внимание привлёк ещё З. Фрейд. Но его фантастическая теория бессознательного скорее скомпрометировала проблему. В случае реализации постгипнотического внушения, служившем примером З.Фрейду, не тождественность процессов, предшествующих действию, их последующему ретроспективному объяснению выступает наиболее ярко. В остальных же случаях этого обычно не замечают. С точки зрения тезаурусной модели существует фактически два различных проявления "осознанного" мышления — "дискурсивное" и "псевдодискурсивное" мышление. Дискурсивное мышление — это система актуально апперцептируемых рассуждений, предшествующая выдвижению гипотезы, идеи решения задачи, псевдодискурсивное — логическое объяснение "задним числом" того, почему пришла та или иная идея. При истинно дискурсивном мышлении происходят процессы первичной и вторичной активации в структуре знания, что и предопределяет характер генерируемой идеи; при псевдодискурсивном мышлении идея генерируется интуитивно, т.е. путём реализации систем сильных ассоциативных связей, а затем эта система связей в какой-то мере "осознаётся", ретроспективно апперцептируется.

Предложенная модель мышления вскрывает взаимоотношения информации, находящейся в поле осознанного внимания, со всем объёмом информации, хранимой в памяти, взаимоотношения сознания в узком смысле этого слова и со-знания в широком смысле. Из этого анализа видно, что использование единого понятия "сознание" для обозначения этих разных аспектов (причём здесь указаны не все аспекты, объединяемые понятием "сознание!") не может способствовать прогрессу психологии. Для конкретных научных исследований в психологии и кибернетике противоречивые

понятия "сознание" и "бессознательное" должны быть заменены совокупностью более дифференцированных понятий. Интегральное же понятие "сознание" видимо приемлемо только в рамках решения основного вопроса философии о взаимоотношении материи и сознания.

Литература.

1. Ярошевский М.Г. История психологии. М.,1966.
2. Ярошевский М.Г. Психология в 20 столетии. М.,1971.
3. Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М., 1981.
4. Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека. М.,1969.
5. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики.М.,1965.
6. Миллер Д., Галантер Ю., Прибрам К. Планы и структура поведения. М.,1965.
7. Пушкин В.Н. Психология и кибернетика. М.,1971.
8. Энциклопедия кибернетики. Т.2.К.1973.
9. Бирюков Б.В. Кибернетика и методология науки. М.,1974.
10. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Проблемы системологии.М.1976.
11. Бойко А.Н. Проблема бессознательного в философии и конкретных науках.К.,1978.
12. Славская К.А, Мысль в действии. М.,1968.
13. Пономарёв Я.А. Психология творчества. М.1976.
14. Ушакова Т.Н. Функциональные структуры второй сигнальной системы. М.1979.
15. Ушакова Т.Н., Павлова Н.Д. Аспекты исследования семантики слова. — Психологический ж.,1981,Т.2,№5,с.23-34.