

Мышление

Что такое мышление?

Глава, посвященная мышлению, в этом учебнике недаром помещена после разделов по другим когнитивным процессам. Мышление изучается после восприятия, памяти, внимания, представления, поскольку является интегративным психическим процессом, в котором в качестве компонентов участвуют многие другие процессы. Для того чтобы изучать мышление, нужно уже иметь сведения о памяти, воображении, репрезентации и т.д.

Особенно близко к мышлению понятие интеллекта. Родство этих терминов становится еще яснее, если их перевести на слова из обывденного русского языка. В этом случае интеллекту будет соответствовать слово «ум». Мы говорим «умный человек», обозначая этим индивидуальные различия интеллекта. Мы можем также сказать, что ум ребенка с возрастом развивается — этим передается проблематика развития интеллекта.

Термину «мышление» мы можем поставить в соответствие в нашем обывденном языке слово «обдумывание» или (менее нормативно, но, возможно, более точно) «думание». Слово «ум» выражает свойство, способность; обдумывание — процесс. Решая задачу, мы думаем, а не «умничаем» — здесь сфера психологии мышления, а не интеллекта. Таким образом, оба термина выражают различные стороны одного и того же явления. Интеллектуальный человек — это тот, кто способен к осуществлению процессов мышления. Интеллект — это способность к мышлению. Мышление — процесс, в котором реализуется интеллект.

Мышление и интеллект с давних пор считаются важнейшими и отличительными чертами человека. Недаром для определения вида современного человека используется термин «*homo sapiens*» — человек разумный. Человек, потерявший зрение, слух или способность к движению, конечно, несет тяжелую утрату, но не перестает быть человеком. Ведь глухой Бетховен или слепой Гомер рассматриваются нами как великие личности. Тот же, кто потерял разум, кажется нам пораженным в самой человеческой сути.

В чем же заключается этот столь важный феномен мышления?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, начнем с классического определения, данного С.Л. Рубинштейном еще в 1946 г. «Мышление — это

опосредованное... и обобщенное познание объективной реальности» [Рубинштейн, 1989, с. 361].

Разберем это определение более подробно. Прежде всего мышление рассматривается как вид познания. Познание с психологической точки зрения выступает как создание представлений о внешнем мире, его репрезентаций, моделей, или образов. Для того чтобы добраться на работу, мне нужна некоторая пространственная репрезентация дороги между домом и работой. Чтобы понять то, что рассказывают на лекции о войнах Александра Македонского, мне нужно создать некоторую репрезентацию побед великого полководца.

Однако мышление — это еще не все познание. Познанием является, например, и восприятие. Матрос, увидевший с мачты корабля на горизонте парусник, также создает репрезентацию увиденного. Однако эта репрезентация является результатом не мышления, а восприятия. Поэтому мышление определяется не просто как познания, а как специальное познание, «опосредованное и обобщенное».

Что это означает? Возьмем весьма часто используемый пример. Выглянув на улицу, человек видит, что крыша соседнего дома мокрая. Это акт восприятия. Если же человек по виду мокрой крыши заключает, что прошел дождь, то мы имеем дело с актом мышления, хотя и весьма простым. Мышление является опосредованным в том смысле, что оно выходит за пределы непосредственно данного. По одному факту мы выводим заключение о другом.

В случае мышления, таким образом, мы имеем дело не просто с созданием репрезентации на основании наблюдения внешнего мира. Процесс мышления значительно сложнее: вначале создается репрезентация внешних условий, а затем из нее выводится следующая репрезентация. Так, в нашем примере человек создает вначале первую репрезентацию, относящуюся к сфере восприятия (образ мокрой крыши), а затем выводит из нее вторую репрезентацию (недавно прошел дождь). Схематично этот процесс изображен на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Репрезентации в мышлении

Мышление у животных

Мышление часто ассоциируется у нас с бородатым мудрецом, размышляющим над устройством мироздания. Конечно, теоретическое, научное или философское мышление представляет собой высокоразвитую форму этого процесса. Однако у животных и у детей мы наблюдаем такие формы деятельности, которые вполне подходят под данное выше определение мышления. Возьмем следующий пример из классического опыта Вольфганга Келера, проведенного в 10-х годах XX века над шимпанзе.

«Шесть молодых животных ... запираются в помещении с гладкими стенами, потолок которого (примерно 2 м высотой) они не могут достать; деревянный ящик (50х40х30 см) стоит почти на середине помещения плашмя, причем открытая его сторона направлена вверх; цель прибита к крыше в углу (в 2,5 м от ящика, если мерить по полу). Все животные безуспешно стараются достать цель прыжком с пола; Султан, однако, скоро оставляет это, беспокойно обходит помещение, внезапно останавливается перед ящиком, хватается за него, переворачивает его с ребра на ребро прямо к цели, взбирается на него, когда он находится еще примерно на расстоянии 0,5 м (горизонтально), и сейчас же, прыгнув изо всех сил, срывает цель» [Келер, 1980, с. 241—242].

В этом примере мы видим высокоорганизованное поведение шимпанзе, которое может быть названо интеллектуальным. Шимпанзе использует здесь орудие, для чего требуется установить ненаблюдаемые отношения объектов, т.е., по данному выше определению совершить акт мышления. Однако мышление протекает здесь не в речевом плане, а в плане реальных действий с внешними предметами. Для обозначения этого явления Келер использовал словосочетание «ручной интеллект». В отечественной психологии прижился термин «наглядно-действенное мышление». Практически синонимично первым двум и выражение, которое использовал Ж. Пиаже, — «сенсо-моторный интеллект». В главе 12, посвященной когнитивному развитию, достаточно подробно освещен вопрос о сенсо-моторном интеллекте маленьких детей.

Виды мышления и типы репрезентаций

Фундаментальный факт, который должна учитывать психологическая теория, состоит в том, что мышление может совершаться на разном материале — вербальном, числовом, пространственном и т.д. Возьмем два следующих задания из теста Амтхауэра.

1) Вам даны 6 слов. Из них вы должны выбрать два, которые объединяются одним более общим понятием, например: а) нож; б) масло; в) газета; г) хлеб; д) сигара; е) браслет.

2) Вам предлагаются числа, расположенные по определенному правилу. Ваша задача состоит в том, чтобы определить число, которое было бы продолжением соответствующего числового ряда: 16, 18, 20, 22, 24, 26, ..?

Оба задания представляют собой мыслительные задачи, однако первая из них использует вербальный материал, вторая — числовой.

Поскольку основу мышления составляет построение репрезентации проблемной ситуации, возникает вопрос: в каком отношении между собой находятся различные виды мышления (вербальное, числовое, пространственное и т.д.), основываются ли они на разных или на одинаковых репрезентациях.

Логически может существовать несколько вариантов. Можно предположить, что для решения пространственных задач создается пространственная репрезентация, для решения вербальных — вербальная и т.д. Но возможно также, что у нас существует некий универсальный код, с помощью которого репрезентируются любые события внешнего мира. На роль такого кода может претендовать, например, язык. В этом случае любое мышление будет речевым, что собственно и предполагается некоторыми философами и психологами.

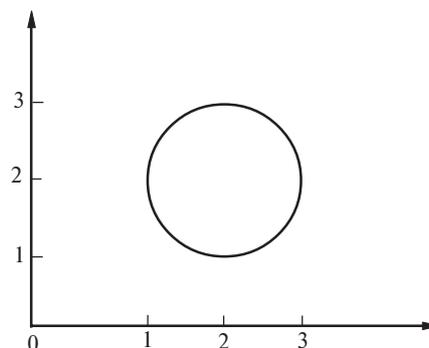


Рис. 8.2. Декартовы координаты.

Репрезентации являются относительно взаимозаменяемыми: то, что может быть репрезентировано в одной форме, может быть в основном репрезентировано и в другой. Так, в начале XVII века великий французский философ и математик Рене Декарт показал возможность сведения геометрии к алгебре. Посмотрим, например, на фигуру, изображенную на рис 8.2.

Эта же фигура может быть задана формулой $(x-2)^2+(y-2)^2=1$. Декартовы координаты позволяют представлять геометрические фигуры в виде алгебраических формул. Они позволяют также давать геометрическую интерпретацию алгебраическим уравнениям, что иногда приводит к более простым решениям. Декартовы координаты свидетельствуют, таким образом, об относительной взаимозаменяемости числового и пространственного кодов.

На роль универсального кода может претендовать пропозициональная репрезентация. Пропозиция в переводе на русский язык означает предложение. Пропозициональная репрезентация, т.е. представление некоторых объектов в виде предложений, является, следовательно, языковой репрезентацией. Несколько подробнее она рассмотрена в Приложении к настоящей главе.

С точки зрения теории познания, любой плод нашей мысли может быть представлен в языке. Все произведения математики, философии, естественных и гуманитарных наук выражены в языке. Хотя австрийский философ и логик Людвиг Витгенштейн заканчивает «Логико-философский трактат» словами «о чем нельзя говорить, о том нужно молчать», все же и он не придумал ничего, кроме слов.

Возьмем пять палочек различного размера, которые представлены в пространственном виде на рис. 8.3.

Мы можем создать ту же репрезентацию в пропозициональной форме с помощью двухместного предиката «Быть больше». Наша репрезентация будет тогда состоять из четырех пропозиций: «Быть больше (A, B)»; «Быть больше (B, C)»; «Быть больше (C, D)»; «Быть больше (D, E)»*.

* О стандартной форме записи пропозиций см. Приложение к этой главе.

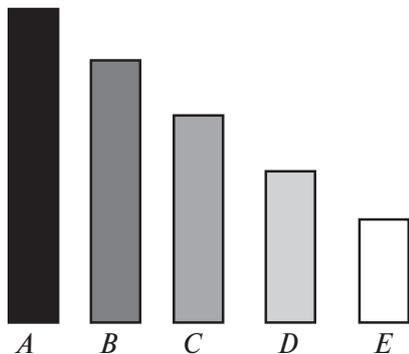


Рис. 8.3. Пространственная репрезентация асимметричных транзитивных отношений.

Таким образом, логически возможны несколько вариантов связи между типом решаемой субъектом задачи и используемой им репрезентацией. Эти варианты показаны на рис. 8.4.

В первом случае каждой задаче соответствует свой тип репрезентации: например, пространственные задачи решаются при помощи пространственной репрезентации, словесные — при помощи вербальной и т.д. Второй случай предполагает возможность реше-

ния всех задач при помощи единой (например, пропозициональной ре-

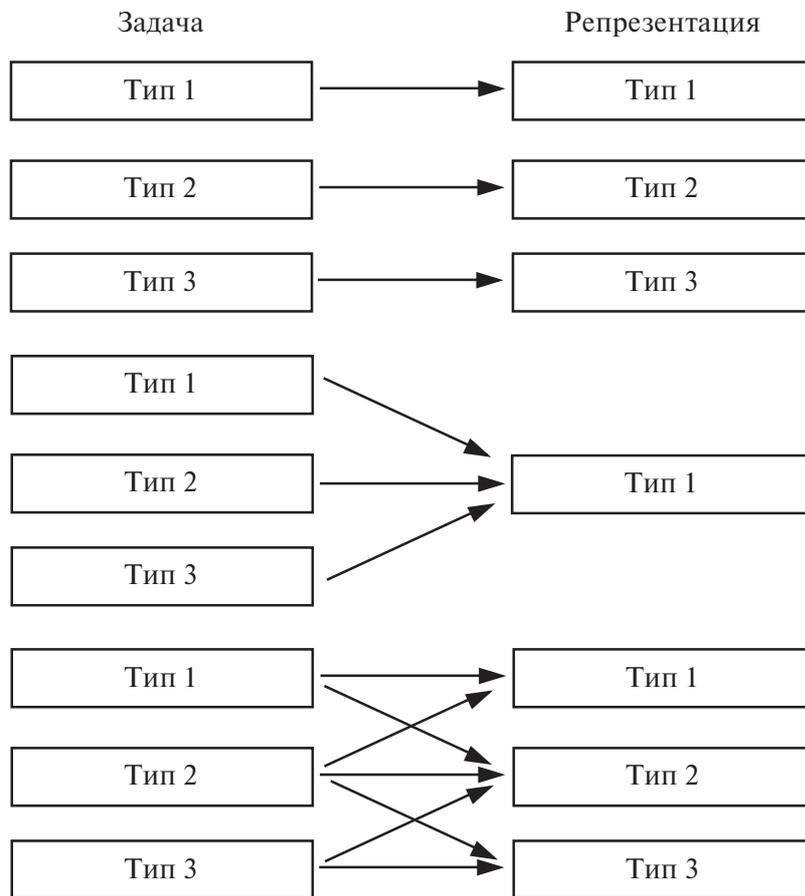


Рис. 8.4. Соотношение типов задач и репрезентаций.

презентации). Наконец, третий случай означает, что репрезентации в определенной степени взаимозаменяемы: одна и та же задача может быть решена при помощи разных репрезентаций.

Возникает вопрос: проверяемы ли эти схемы? Другими словами, можем ли мы выяснить, какую именно репрезентацию событий создает субъект при решении задачи? Ведь репрезентация есть внутренняя, скрытая от внешнего наблюдения структура, а внешне мы можем регистрировать лишь поведенческие проявления субъекта, решающего задачу. Если репрезентация любого типа может кодировать любую задачу, то кажется, что нельзя выяснить точно, какой именно репрезентацией пользуется субъект.

Все же на поставленный вопрос можно ответить положительно в том смысле, что мы можем выяснить, какие операции субъект способен осуществлять с репрезентацией. Вернемся к примеру с пятью палочками, которые использовал в своих экспериментах Трабассо. Все палочки были разной длины и разного цвета. Трабассо предъявлял палочки своим испытуемым попарно в окошках, где были видны лишь их цвета, но не длина. Предъявлялись те пары палочек, которые были наиболее близки по длине: *A* и *B*, *B* и *C* и т.д. После каждого предъявления испытуемому сообщалось, какая из палочек длиннее. После того как испытуемый изучивал отношения длин соседних палочек, его начинали спрашивать о незаученных соотношениях длин палочек, например, *A* и *C*, *B* и *E* и т.д. Зависимой переменной, которая регистрировалась в эксперименте, было время реакции. Что позволяет выявить подобный эксперимент? Он позволяет определить, какой вид репрезентации создают испытуемые. Если эта репрезентация пропозициональная, то для вынесения суждения о соотношении длин палочек *A* и *E* нужно осуществить три шага (*A* больше *B* и *B* больше *C*, следовательно, *A* больше *C*; *A* больше *C* и *C* больше *D*, следовательно *A* больше *D* и т.д.). Для сравнения же, допустим, *B* и *D* требуется лишь один шаг, что, следовательно, должно занять намного меньше времени.

Если же субъекты строят пространственную репрезентацию, то соотношение времени реакции можно ожидать обратным. Ведь при зрительном опознании размеров мы значительно быстрее выявляем разницу между предметами, которые сильно различаются между собой. Скажем, мы быстрее можем сравнить размеры носорога и комара, чем мухи и осы.

Следует еще раз подчеркнуть, что единственный способ, которым мы можем определить тип репрезентации субъекта, это оценка операций, которые субъект может осуществлять с репрезентацией. Можно сказать, что тип репрезентации — это характеристика операций, которые она допускает. В случае с палочками пропозициональная репрезентация допускает операции логического вывода, а пространственная — операцию сравнения длин.

Результаты экспериментов Трабассо свидетельствовали об однозначном подтверждении гипотезы о пространственной репрезентации: время реакции сокращалось при увеличении разницы в размерах палочек.

Р. Стернберг для близкой задачи* показал, что большинство испытуемых применяют смешанную пропозиционально-пространственную стратегию. Вначале они строят пропозициональную репрезентацию каждой посылки, затем преобразовывают ее в пространственную форму и объединяют посылки. Были, однако, и испытуемые, которые применяли другие стратегии — чисто пространственную или чисто пропозициональную. По Стернбергу получается, что испытуемый сам способен выбирать между использованием различных видов репрезентаций и стратегий. Можно ожидать, что в ряде случаев этот выбор зависит от способностей: испытуемые с более развитыми пространственными способностями предпочитают пространственную стратегию, а те, у кого развит вербальный интеллект выберут лингвистическую. Экспериментальные данные на этот счет, однако, довольно противоречивы [Стернберг, 1996].

Итак, из изложенного можно сделать следующие выводы. Мышление оперирует на разных репрезентациях. Некоторые задачи однозначно определяют тип репрезентации, которую создает субъект. Другие задачи позволяют разным людям применять разные стратегии в плане создания репрезентаций. Различные коды могут в принципе использоваться для решения разных задач, однако они обладают разной степенью удобства.

Теперь конкретизируем сказанное о связи типа задачи и репрезентации на материале одного типа задач, а именно логических. Это — задачи, которые формулируются в словесной форме, например:

«Все люди смертны.

Сократ — человек.

Сделайте, пожалуйста, вывод из этих положений».

Существует несколько теорий, описывающих решение задач этого типа. Различные теории расходятся по поводу того, какая репрезентация создается субъектом для решения. Поскольку задачи формулируются в словесном виде, кажется достаточно естественным, что для их решения люди создают вербальные, т.е. пропозициональные репрезентации. Как видно из Приложения к этой главе, наука логика описывает правила оперирования с пропозициями, которые позволяют перейти от истинных посылок к истинным заключениям. Отсюда возникает идея, что на практике люди, решающие логические задачи, применяют к пропозициональным репрезентациям в качестве умственных операций те правила, которые выявляет в своей рефлексии мышления логика. Эти положения составляют основу теории *умственной логики*. Теория умственной логики может в принципе быть применена не только в сфере логических задач. Можно предположить, что люди, сталкиваясь с задачами из области, скажем, математики или инже-

* Стернберг давал испытуемым так называемые линейные силлогизмы, т.е. задачи типа «Анна выше, чем Маргарита. Маргарита выше, чем Екатерина. Кто самая высокая?» или «Джон не старше, чем Роберт. Дэвид не моложе, чем Джон. Кто самый молодой?» Даже при поверхностном взгляде ясно, что эти две задачи имеют разную трудность. Эксперимент фиксирует различия во времени их решения и проценте ошибок.

нерии, во всех (или многих) случаях переводят их в вербальную (пропозициональную) форму и затем осуществляют вывод по правилам умственной логики. Все же сфера решения вербальных задач является, конечно, наиболее естественной для теории умственной логики. Однако, как будет видно из дальнейшего, и в этой области теория сталкивается с трудностями.

Умственная логика

Пожалуй, наиболее известная на сегодняшний день реализация идеи умственной логики содержится в формализованной модели Лэнса Рипса [Rips, 1991]. В соответствии с моделью Рипса все события, связанные с решением логических задач, разворачиваются во временном хранилище информации, или рабочей памяти. Информация попадает туда либо из структур, отвечающих за восприятие, либо из долговременной памяти и имеет вид пропозиций. Рабочая память включает два типа пропозиций — утверждения (assertions) и цели (goals). Утверждения представляют собой пропозиции, которые мы в данный момент принимаем, пусть даже это будет временно, чтобы проверить, к каким выводам они ведут. Цели же являются пропозициями, истинность которых мы желаем проверить на основе принимаемых нами утверждений. Например, в рабочей памяти могут находиться следующие утверждения: «Если я получу двойку на экзамене, то я брошу занятия психологией»; «На экзамене я получил четверку». Цель может заключаться в ответе на вопрос: «Брошу ли я заниматься психологией?»

Как только пропозиции попали в рабочую память, они начинают подчиняться оперативным принципам, которые имеют право устранять из рабочей памяти старые пропозиции и добавлять новые. Рипс вводит в свою систему три таких принципа.

Первый принцип заключается в прямом поиске и состоит в применении правила: «Когда рабочая память содержит утверждение вида: если p , то q , и утверждение p , то утверждение q добавляется в рабочую память». Так, при наличии в рабочей памяти утверждений «Если Джон получит двойку на экзамене, то бросит занятия психологией» и «Джон получил двойку» система выводит новое утверждение «Джон бросит занятия психологией».

Второй принцип состоит в применении правила: «Когда рабочая память содержит цель q ? и утверждение типа: если p , то q , то подцель p ? должна быть добавлена в рабочую память». Например, при наличии утверждения «Если Джон получит двойку на экзамене, то бросит занятия психологией» и цели «Бросит ли Джон занятия психологией?» система добавляет подцель «Получил ли Джон двойку на экзамене?»

Наконец, третий принцип заключается в применении правила «Когда рабочая память содержит цель p и q ?, подцели p ? и q ? добавляются в рабочую память». Например, при наличии цели «Является ли Вундт основателем первой в мире лаборатории по экспериментальной психологии и автором интроспективного метода?» система добавляет в рабочую память две подцели: «Является ли

Вундт основателем первой в мире лаборатории по экспериментальной психологии?»; «Является ли Вундт автором интроспективного метода?».

Сравнив вводимые Рипсом принципы с тем, как задается логическая система (см. Приложение к этой главе), легко видеть, что модель Рипса фактически постулирует тождество операций, производимых когнитивной системой, и логических действий. Так, основная функция в рассуждении отводится *modus ponens*.

Приведенные выше принципы позволяют системе выполнять действия булевой алгебры, однако они недостаточны для реализации исчисления предикатов. Другими словами, они позволяют действовать на уровне целых пропозиций, но не на уровне их частей. Описанная выше система дает возможность правильно ответить на вопрос «Является ли Вундт автором романа “Война и мир”?», однако не действует в случае вопроса «Кто написал роман “Война и мир”?».

Для расширения возможностей системы Рипс уточняет понятие пропозиции: она состоит из предиката и аргументов. Например, пропозицию «Толстой является автором романа “Война и мир”» можно представить следующим образом: Автор (Толстой, «Война и мир»). Тогда система сможет задать вопрос «Кто написал роман “Война и мир”?» следующим образом: (какой *x*) Автор (*x*, «Война и мир»)?

Наложив три изложенных выше принципа логического вывода на предикативное описание пропозиции, Рипс получает компьютерную модель, способную выполнять действия как булевой алгебры, так и исчисления предикатов.

Итак, механизм мышления с позиции сторонников умственной логики может быть представлен примерно следующим образом. Вначале задача сводится к набору пропозиций, затем к получившейся репрезентации применяются операции, соответствующие логическим правилам.

Умственные модели

У теории умственной логики есть ожесточенные противники, наиболее известным из которых, пожалуй, является британский ученый Филипп Джонсон-Лэрд. Джонсон-Лэрд приводит следующие аргументы против умственной логики.

Во-первых, эта теория плохо объясняет, почему люди ошибаются в своих логических умозаключениях. Сторонники умственной логики (например, ученица М. Вертхаймера Мери Хенли) объясняют ошибки теории заключения тем, что испытуемые неправильно интерпретируют послышки. Другими словами, если репрезентация создана, то субъекты автоматически правильно манипулируют с ней. Трудность же, по мнению Хенли, заключается в создании репрезентации. Однако Джонсон-Лэрд показывает такие случаи ошибок испытуемых, которые связаны с манипуляциями с репрезентациями.

Во-вторых, неясно, какой именно логикой пользуются люди. В разделе о логике (см. Приложение к этой главе) мы покажем, что современная наука выделяет большое количество различных логических систем. Кроме

того, одна и та же логика может задаваться различным способом — например, правила вывода могут упрощаться за счет введения большего числа аксиом.

В-третьих, очень трудно объяснить, каким образом умственная логика усваивается людьми. Ведь единственный ясный способ — индуктивное научение — уже предполагает наличие способности мыслить логически. Идея Джерри Фодора о том, что логика является врожденной, представляется Джонсон-Лэрду сомнительной.

В-четвертых, теория умственной логики не объясняет факт различной трудности задач, одинаковых по структуре, но различающихся содержанием.

Что же предлагает Джонсон-Лэрд взамен теории умственной логики? Прежде всего он считает, что люди оперируют не с пропозициональными репрезентациями, а с тем, что он называет умственными моделями. Чтобы определить, что такое умственная модель по Джонсон-Лэрду, необходимо вспомнить математические понятия гомоморфизма и изоморфизма. Две структуры являются гомоморфными, если любому элементу каждой из структур может быть поставлен в соответствие элемент другой структуры, причем отношения между аналогичными элементами структур являются идентичными. Изоморфизм же предполагает одностороннюю связь: любому элементу структуры S_1 можно поставить в соответствие какой-либо элемент структуры S_2 , однако обратное неверно.

Умственная модель, по Джонсон-Лэрду, является репрезентацией, изоморфной объекту. Объект, конечно, является более сложным, чем его умственная модель, поэтому говорить о гомоморфизме не приходится. Для иллюстрации того, что такое умственная модель, Джонсон-Лэрд приводит пример маленького робота на колесах, сконструированного его коллегой К. Лонгет-Хиггинсом. Этот робот ездит по столу, но, подъехав к краю, начинает звенеть, хотя и не имеет никакого воспринимающего устройства. Все дело в том, что внутри робота находятся маленькие колесики, которые при перемещении робота по столу ездят по наждаку, повторяющему в миниатюре форму стола. У краев наждак утолщается, колесико, попав туда, отжимается, замыкая цепь и включая звонок. Маленькие колесики с наждаком являются моделью положения робота в пространстве. Эта модель и регулирует поведение робота.

Не является ли, однако, пропозициональная репрезентация вариантом умственной модели? Джонсон-Лэрд дает отрицательный ответ на этот вопрос. Пропозиция является описанием множества моделей. Например, пропозиция «Некоторые психологи любят сыр» соответствует несколько разных умственных моделей. В одной из этих моделей любой психолог любит сыр, в другой есть психологи, не любящие сыр.

Джонсон-Лэрд разработал теорию, показывающую, как люди решают силлогизмы, используя репрезентации, построенные по принципу умственных моделей.

Возьмем следующий силлогизм:

Некоторые ученые суть родители.

Все родители суть водители.

Джонсон-Лэрд предполагает, что испытуемый при помощи знания языка создает умственные модели посылок. Вначале испытуемый представляет некоторое количество ученых, затем они мысленно связываются так, чтобы показать их соответствие родителям:

ученый = родитель
ученый = родитель
(ученый) (родитель)

Согласно обозначениям, которые здесь используются по примеру Джонсон-Лэрда, скобки указывают на то, что есть ученые, не являющиеся родителями, и наоборот.

Теперь, когда модель первой посылки создана, к ней может быть добавлена информация из второй посылки (*все родители являются водителями*):

ученый = родитель = водитель
ученый = родитель = водитель
(ученый) (родитель=водитель) (водитель)

На этом этап построения модели закончен, и наступает этап оперирования внутри модели. В данном случае оперирование несложно — происходит лишь извлечение вывода. Джонсон-Лэрд установил интересную закономерность относительно того, как делается вывод: порядок терминов в нем соответствует последовательности, в которой термины вошли в рабочую память. Так, в рассматриваемом силлогизме большинство испытуемых делают вывод «некоторые ученые суть водители», и лишь очень немногие дают совершенно аналогичное заключение «некоторые водители суть ученые».

Может показаться, что используемая Джонсон-Лэрдом форма представления посылок аналогична так называемым кругам Эйлера или диаграммам Венна. С их помощью приведенный выше силлогизм можно изобразить следующим образом (рис. 8.5).

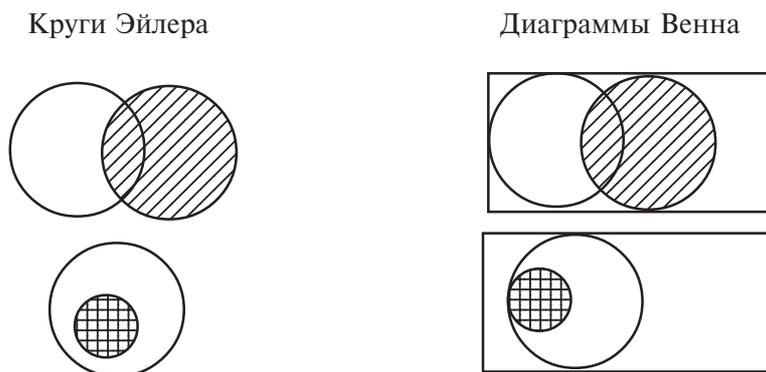


Рис. 8.5. Способы графического представления силлогизмов.

Джонсон-Лэрд считает, однако, что обе эти формы не вполне адекватны, поскольку ставят в соответствие конечным наборам элементов бесконечное множество точек. Тем самым не выполняется требование изоморфизма объекта и его репрезентации, в результате чего эта репрезентация не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к умственным моделям.

Рассмотренный выше силлогизм имеет самую удобную форму — со сближенным средним термином, что может быть представлено следующим образом: $A-B, B-C$. Можно ли распространить примененную к нему схему на более сложный вариант типа $B-A, C-B$, например:

*Все пчеловоды суть химики.
Некоторые художники суть пчеловоды?*

Джонсон-Лэрд предполагает следующий путь решения. Вначале субъект конструирует модель первой посылки, но затем не может добавить в нее непосредственно информацию из второй. Тогда он создает отдельную модель второй посылки, повторно интерпретирует первую, и дополняет содержащейся в ней информацией модель.

Силлогизм, имеющий вид $A-B, C-B$, еще сложнее. Здесь возможны два пути решения. Первый путь — сначала создается модель на основе посылки $A-B$, а затем посылка $C-B$ подвергается «переворачиванию», и информация из нее добавляется к модели. Переворачивание означает замену модели типа

$$\begin{array}{ccc} a = b & & b = a \\ a = b & \text{на модель} & b = a \\ (b) & & (b) \end{array}$$

Второй путь — сначала создается модель на основе посылки $C-B$, затем посылка $A-B$ повторно интерпретируется, переворачивается и добавляется к модели.

Все рассуждения выглядят достаточно логично, но можно ли их доказать экспериментально? Джонсон-Лэрд делает это, регистрируя время решения задачи испытуемыми и процент допускаемых ими ошибок. Логично предположить, что повторные интерпретации посылок и особенно переворачивания приведут к дополнительным затратам времени на решение и увеличению числа ошибок. Теоретически реконструировав операции, необходимые для решения разных типов силлогизмов, можно предсказать, что решение некоторых из них будет занимать больше времени и приводить к большому проценту ошибок. Кроме того, теория позволяет предсказать наиболее вероятную форму заключения. Эксперименты, проведенные Джонсон-Лэрдом, подтверждают различия, предсказываемые теорией [Johnson-Laird, 1983].

Интересным выводом из исследования Ф. Джонсон-Лэрда является то, что представление «некоторые A суть B » в психологическом смысле не тождественно представлению «некоторые B суть A ». Разница заключается в

том, что является субъектом (о чем говорится), а что — предикатом (что говорится).

Джонсон-Лэрд наиболее подробно исследовал функционирование умственных моделей в решении силлогизмов. Однако он считает, что на основе тех же принципов может быть объяснено и мышление в иных областях, и выделяет другие типы умственных моделей: реляционные, пространственные, временные, кинематические, динамические, монадические, образы, и т.д.

Умственная логика и структурализм

Жана Пиаже часто причисляют к сторонникам теории умственной логики, хотя более углубленный анализ показывает, что у него была своя оригинальная и сложная точка зрения на этот вопрос. Непонимание, которое нередко вызывают представления Пиаже, возможно, имеет две основные причины. Первая состоит в том, что этот человек, ставший одним из наиболее крупных психологов XX века, был по образованию биологом, имел ученую степень доктора только по биологии и не сдал в своей жизни ни одного экзамена по психологии. Вторая, более глубокая причина кроется в том аспекте, который больше всего интересовал Пиаже в сфере мышления: это не столько познание отдельного человека, сколько всемирно-исторический рост познания — в науке, онтогенезе, филогенезе. Недаром Пиаже называл область своих занятий не психологией, а генетической эпистемологией, т.е. теорией развития познания. Эти особенности породили своеобразие терминологии и стиля объяснения, применявшегося Пиаже. Он постоянно говорил о таких вещах, как конструирование знаний субъектом во взаимодействии с объектом, ассимиляция и аккомодация и т.д. Все эти процессы имеют мало отношения к тому, что происходит с человеком, решающим в данный момент задачу. Кроме того, предмет теории Пиаже — не функционирование процессов мышления в реальном времени, не процесс решения задач людьми, а развитие интеллекта. Пиаже изучал последовательность, в которой дети становятся способными решать задачи различной структуры.

Тем не менее, из текстов Пиаже можно восстановить и мысли, относящиеся к проблеме решения логических задач, и репрезентации, на базе которой осуществляется их решение. Пиаже выделяет фактически два предельных типа репрезентации. Первый — так называемый «фигуративный», который состоит только в представлении данных восприятием элементов без возможности их связей или операций над ними. Второй — операциональный, который собственно и обеспечивает возможности мышления. Операциональная репрезентация допускает различные трансформации, которые аналогичны внешним действиям с предметами. Здесь у Пиаже возникает проблематика интериоризации, которая понимается им как выполнение внешних действий во внутреннем плане, т.е. в оперировании с умственными репрезентациями. Следует заметить, что термин «интерио-

ризация» у Пиаже не означает процесса, протекающего при решении задач. Интериоризация выражает только тот факт, что внутренние операции, производящиеся над репрезентацией, аналогичны (если угодно, изоморфны) внешним действиям с предметами. Как подчеркивают представители школы С.Л. Рубинштейна, интериоризация должна пониматься как факт, но не как объяснительный механизм, поскольку нелепо было бы предположить, что действия в каком-то физическом смысле «вращиваются», проникают внутрь нашей психики.

Согласно Пиаже, репрезентировать некоторые отношения объектов означает иметь возможность осуществлять операции над репрезентацией.. Например, отношение «больше—меньше» задается операцией прибавления. Отношение « A больше B » репрезентируется в виде операции прибавления некоторого ненулевого элемента к B , в результате чего получается A .

В каком-то смысле то, что говорит об операциях Пиаже, может напомнить идею изоморфизма Джонсона-Лэрда. Вроде бы операции, по Пиаже, изоморфны действиям с объектами. Важен, однако, как мы увидим, этот акцент на операции. Для Джонсон-Лэрда изоморфизм заключен в аналогичности отношений между элементами, тогда как Пиаже говорит об аналогичности операций. Можно считать, что это одно и то же, поскольку отношения задают операции, а операции — отношения. Однако для Пиаже это центральный момент: в плане функционирования и онтогенеза исходным пунктом он считает операции.

Для теории Пиаже центральной является следующая мысль: для того чтобы человек обладал способностью мыслить, необходимо, чтобы умственные операции у него образовывали уравновешенную систему. Возьмем пример с отношением $A > B > C > D$. Как уже упоминалось, по мнению Пиаже, эти отношения конституируются операцией прибавления ненулевой величины. Назовем операцию прибавления отрезка к C с целью получения $B - c$, а операцию прибавления отрезка к B с целью получения $A - b$. Тогда для получения A из C нужно осуществить совокупность операций $b + c = d$. В соответствии с теорией Пиаже человек тогда овладевает способностью решать задачи, т.е. мыслить, когда его умственные операции образуют уравновешенную систему. Он говорит, что равновесие представляет собой возможность возвратов и обходных путей (*les detours et les retours*). Субъект, осуществивший умственное действие, может вернуться в исходную точку, совершив обратное действие. У него есть также возможность перейти от C к A не через $b + c$, а через $c + b$, то есть прибавив вначале c , а потом b .

Но что же все-таки означает эта возможность возвратов и обходных путей с точки зрения процессов мышления, разворачивающихся в реальном времени при решении задач? Теория Пиаже оставляет возможность для двух интерпретаций.

1. Первая интерпретация может состоять в том, что возвраты и обходные пути означают реальные действия, осуществляемые при решении задачи. Возьмем приведенный выше пример с действием прибавления, которое составляет основу асимметричных транзитивных отношений. Тогда

в соответствии с первой интерпретацией нужно было бы считать, например, что субъект в момент времени t_1 репрезентирует палочку C (см. рис. 3), затем осуществляет действие прибавление и в момент времени t_2 репрезентирует большую величину B , чтобы затем, осуществив обратное действие, в момент времени t_3 опять репрезентировать C . Такая схема, однако, выглядит бессмысленной, поскольку никак не приближает нас к объяснению механизмов логического вывода, который представляет собой поступательное движение вперед.

2. Скорее следует остановиться на другом понимании Пиаже. Равновесие следует интерпретировать как мгновенное состояние, существующее в данный момент в мыслях думающего человека. Тогда эта формулировка означает, что человек для совершения акта логического мышления должен одновременно держать в голове исходную точку рассуждения, действие, конечную точку, а также обратное действие. Другими словами, необходимо репрезентировать объект во взаимодействии всех его возможных трансформаций, что и задает правила логического вывода, рассуждения об объекте.

Зачем нужно столь сложное описание? Ведь гораздо проще задать умственные трансформации в виде правил, как и поступают сторонники современных когнитивистских теорий.

Идея уравновешенных систем умственных операций позволяет подойти к объяснению факта существования у людей чувства логической необходимости, заключающегося в том, что мы можем выводить одни утверждения из других, не обращаясь к опыту, но тем не менее не сомневаясь в правильности вывода. Меньше всего мы можем сомневаться в том, что $2+2=4$ или $3+5=8$, не нуждаясь при этом в манипуляциях с реальными объектами. Если же, прибавив к 3 объектам 5 и пересчитав общее количество, мы получим 9, то будем уверены, что где-то была ошибка подсчетов, что в одной из совокупностей было 6, а не 5 предметов, но не усомнимся в истине $3+5=8$. Почему? Логические эмпиристы предлагают ответ: мы складываем 2 и 2, пересчитываем, понимаем, что объектов 4 и индуктивным путем выводим правило $2+2=4$. Такого рода ответ дает В.И. Ленин, писавший в «Философских тетрадах», что фигуры, повторившись миллионы раз в человеческой практике, становятся общезначимыми, и бихевиористы, которые предполагали, что логика у человека формируется в результате положительного подкрепления логичных действий и отрицательного подкрепления нелогичных.

К сожалению, однако, столь простое решение маловероятно, что показывают следующие аргументы.

Во-первых, логический эмпиризм не может объяснить того факта, что чувство необходимости, сопровождающее логические или математические рассуждения, всегда сильнее эмпирической уверенности. Опыт не дает нам строгой необходимости и всеобщности суждений. Сколько бы мы ни сталкивались с тем, что A больше C , мы никогда не сможем быть уверены в том, что в следующий раз все не окажется наоборот (см. ниже раздел об индукции). Любая эмпирическая закономерность, по мнению Канта, означает:

насколько нам до сих пор известно, исключений из того или иного правила не встречалось. В то же время наше суждение о палочках A и C (см. рис. 3) строго необходимо, не может мыслиться иначе и не подвержено, если воспользоваться бихевиористским термином, угашению.

Во-вторых, эмпирические факты, к сожалению, очень редко подтверждают необходимые истины, как, например, измерение реальных треугольников не подтверждает, что сумма их углов равна 180° .

В-третьих, для получения эмпирических фактов уже нужно обладать логикой. (Кстати, на это обстоятельство обращает внимание и Дж. Фодор.) В экспериментах Ж. Пиаже дети, не достигшие стадии конкретных операций, не могли правильно зарисовать уровень жидкости в наклоненном стакане, находившимся у них перед глазами.

Позиция Пиаже по поводу чувства логической необходимости принципиально другая. Логика не есть система правил, усвоенных нами в результате столкновений с действительностью. Необходимость, которой обладают логические выводы, проистекает из того, что их механизм является самозамкнутым и независимым от внешних воздействий. Мы создаем такие репрезентации внешних событий, что можем, не обращаясь к самим событиям, только путем манипуляций с их репрезентациями выводить из них какие-то следствия. Так, мы можем построить такую репрезентацию палочек различной длины, что по внутренним законам этой репрезентации и без обращения к фактам или внешним правилам можем вывести « A больше C ». Репрезентация, допускающая такой вывод, должна основываться на самозамкнутой, «уравновешенной» системе операций. В этой системе присутствует все требуемое, чтобы без обращения к чему-либо внешнему, на собственных основаниях и, следовательно, необходимым образом делать вывод.

Пиаже математически описал уравновешенную систему, образуемую интеллектуальными операциями, с помощью теории групп. С его точки зрения, операции должны подчиняться следующим пяти условиям:

- композиция $b + c = d$, то есть соединение двух операций образует новую операцию;
- обратимость $d - c = b$;
- ассоциативность $(a + b) + c = a + (b + c)$;
- общая идентичная операция $a - a = 0$ или $b - b = 0$;
- тавтология или итерация $a + a = 2a$ (или $= a$).

Операции, соответствующие пяти перечисленным условиям, образуют замкнутую уравновешенную систему, группировку, по терминологии Пиаже. Пиаже выделял несколько типов группировок, относящихся к разным сферам мышления. Шесть различных группировок существует в сфере логических операций, т.е. операций с дискретными элементами. Рассмотренные выше операции с асимметричными транзитивными отношениями образуют один из видов группировок в этой области. Другой вид группировки связан с отношением классификации, или включения. Например, если

мы положим перед нашим испытуемым несколько цветков, некоторые из которых будут васильками, а оставшиеся — фиалками, мы зададим отношения классификации. Конститутивная операция здесь, по мнению Пиаже, — объединение и разъединение. Совместно группировки асимметричных отношений и классификации образуют числовые операции, отражая две стороны числа — ординальную (порядковую) и кардинальную (число как совокупность элементов). Остальные виды логических группировок здесь рассматриваться не будут. Желающие ознакомиться с этим вопросом глубже могут обратиться к книге Ж. Пиаже [Пиаже, 1969].

Кроме логических, Пиаже выделял инфралоогические операции, т.е. операции не с дискретными, а с непрерывными величинами. Инфралоогические операции определяют мышление, связанное с пространственными и временными отношениями. Пиаже выделяет также шесть типов инфралоогических группировок, которые в точности параллельны группировкам логическим.

Еще шесть типов группировок существует в сфере операций, относящихся к ценностям. Они устанавливают связь средств и целей.

Наконец, по мнению Пиаже, существуют операции второго порядка. Эти операции действуют на результатах операций первого порядка. Они образуют формальное, гипотетико-дедуктивное мышление.

С точки зрения процессов решения задач позиция Пиаже может быть представлена примерно следующим образом. При столкновении с задачей субъект извлекает из долговременной памяти группировку операций, необходимую для того, чтобы репрезентировать задачу. Одна и та же группировка может быть использована для решения множества задач. Например, группировка операций, обеспечивающих асимметричные транзитивные отношения ($A > B > C > D$), нужна для решения задачи о палочках разной длины, а также задач, описывающих любые другие предметы и их свойства: рост, вес или ум людей, высоту деревьев и т.д. Эта группировка нужна для задачи типа: дано $A > B$ и $B > C$, что больше — A или C . Но она нужна и для того, чтобы выстроить палочки в порядке возрастания. По Пиаже, для решения любой из этих задач необходимо репрезентировать всю структуру с конституирующими ее операциями: в данном случае — прибавления. Когда человек обладает способностью к созданию такой репрезентации, он может решить соответствующие задачи.

Центральное понятие для Пиаже — это не логика, а структура задачи. Структура включает элементы и связывающие их отношения. Логика состоит в возможности вывода одних отношений из других. Например, если даны элементы A , B и C и отношения между ними $A > B$ и $B > C$, то логическое преобразование позволяет нам вывести отношение $A > C$. Логика, таким образом, оказывается приведением в действие, динамической стороной структуры.

Правомерно предположить, что сложность трансформации репрезентации зависит от структуры задачи, т.е. характера системы отношений, связывающих элементы задачи. Для разных структур сложность вывода умозаключений оказывается разной. Этим определяется сущность структурного анализа в психологии интеллекта. Пиаже систематически иссле-

довал, каким образом ребенок последовательно становится способным мыслить различные структуры, и собрал колоссальный эмпирический материал об особенностях детского интеллекта.

Возьмем простой пример, подобный тому, который мы уже рассматривали выше в связи с вопросом о пространственной и пропозициональной репрезентации. Экспериментатор показывает испытуемому две палочки A и B . Испытуемый констатирует, что A длиннее B . Тогда экспериментатор прячет палочку A и достает вместо нее палочку C . После того, как испытуемый убеждается, что B длиннее C , экспериментатор спрашивает, какая палочка длиннее — A или C . Если испытуемым является нормальный взрослый человек или развитой ребенок старше 7—8 лет, то он сразу же понимает, что A длиннее.

Мы можем констатировать, что на начальном этапе мышления у испытуемого была репрезентация ситуации, включающая два отношения $A > B$ и $B > C$. Затем взрослый испытуемый смог таким образом трансформировать свою репрезентацию, что вывел ненаблюдаемое свойство $A > C$.

С младшими детьми картина иная. Совсем маленький ребенок вообще не сможет понять, какая палочка больше. Дети постарше правильно сравнивают палочки, однако не могут ответить на заключительный вопрос. Например, ребенок до 6—7 лет может сказать, что не видел палочки A и C вместе, поэтому не знает.

Самый маленький ребенок, таким образом, не способен даже воспринять отношение $A > B$. Ребенок постарше может воспринять это отношение, но не способен его осмыслить, т.е. сделать элементом для вывода ненаблюдаемого свойства. Способность мыслить (осуществлять вывод ненаблюдаемых свойств) возникает тогда, когда отношения выстраиваются в систему типа $A > B > C > D$ и т.д. Отношение «больше — меньше», таким образом, психологически приобретают смысл только в контексте скоординированной системы всех отношений.

Более конкретно и подробно, с описанием эмпирических данных теория Пиаже рассмотрена в главе, посвященной когнитивному развитию. В той же главе описаны и многочисленные проблемы, с которыми столкнулась эта теория. Одной из наиболее принципиальных среди этих проблем является, пожалуй, следующая. Пиаже предпринял попытку выстроить иерархию сложности задач только по их структуре. Структура действительно определяет необходимые для решения операции с репрезентациями. Однако этот фактор не является единственным, влияние других факторов приводит к неодинаковой сложности задач, имеющих одинаковую структуру, к феномену «декаляжей».

Дедукция и индукция

Понятие дедукции было введено для обозначения познания, движущегося от общего к частному, а индукции — от частного к общему. Так, естественные науки предполагают установление общих законов природы на основании изучения фактов — это сфера индукции. Затем с помощью установленных законов предсказываются новые факты — это уже дедукция.

Возьмем какую-либо теорию когнитивной психологии, например, трехкомпонентную теорию памяти. Создание любой такой теории — это индуктивный процесс. В схематизированном виде этот процесс выглядит так. Подбираются факты; для трехкомпонентной теории памяти это форма позиционной кривой запоминания, амнезии, влияние интерференции или отсроченного воспроизведения; затем предлагается модель, объясняющая эти факты.

В первом приближении индукция может быть определена как вывод общей закономерности из совокупности фактов*. Дедукция же позволяет из этой закономерности вывести частный факт (все люди смертны, значит, и Сократ умрет).

По поводу индукции необходимо сделать два важных замечания.

Первое. Индукция никогда не дает нам абсолютно точного знания, которое дает дедукция. Представим себе, что мы наблюдаем слонов и обнаруживаем, что их вес не превышает пяти тонн. Отсюда мы делаем индуктивное умозаключение «Слоны весят не более пяти тонн». Можем ли мы быть полностью уверенными в его истинности? Очевидно, нет, поскольку в один прекрасный день мы можем обнаружить слона весом в пять с половиной тонн. Точно так же обстоит дело и с трехкомпонентной теорией памяти. Построенная для объяснения фактов, она в конце концов натолкнулась на факты, которые ей противоречат.

На основании такого рода идей философ Карл Поппер предложил рассматривать движение науки не как верификацию теорий, а как их фальсификацию. Верификация научных теорий (т.е. знаний, полученных путем индукции) невозможна, поскольку обнаружение сколь угодно большого количества фактов, соответствующих теории, не может исключить того, что однажды обнаружится факт, теории не соответствующий. Поэтому, считает Поппер, движение науки происходит через фальсификацию теории, нахождение для них опровергающих примеров. Хорошая теория, по Попперу, должна быть фальсифицируемой, т.е. должна настолько четко формулироваться, чтобы быть несовместимой с теми или иными фактами. Тогда регистрация факта, возможность которого исключается теорией, является основанием для опровержения теории. Поппер писал по поводу «критерия демаркации», т.е. признака, позволяющего отличить эмпирическую, основанную на фактах теорию от метафизической системы: «С моей

* Мы не затрагиваем здесь более сложных проблем, связанных, например, с математической индукцией.

точки зрения, индукция вообще не существует. Поэтому выведение теорий из единичных высказываний, «верифицированных опытом» (что бы это ни значило), логически недопустимо. Следовательно, теории *никогда* эмпирически не верифицируемы...

Вместе с тем я, конечно, признаю некоторую систему эмпирической, или научной, только в том случае, если имеется возможность опытной ее проверки. Исходя из этих соображений, можно предположить, что не *верифицируемость*, а *фальсифицируемость* системы следует рассматривать в качестве критерия демаркации. Это означает, что мы не должны требовать возможности выделить некоторую научную систему раз и навсегда в положительном смысле, но обязаны потребовать, чтобы она имела такую логическую форму, которая позволяла бы посредством эмпирических проверок выделить ее в отрицательном смысле: *логическая система должна допускать опровержение путем опыта*» [Поппер, 1983, с. 62—63].

Выше в разделе о теории умственных моделей говорилось, что Джонсон-Лэрд *доказывает* свою теорию, измеряя время решения задач испытуемыми и процент допускаемых ими ошибок. С точки зрения Поппера, слово *доказывает* здесь неадекватно — эксперимент не может доказать теорию. Результаты эксперимента могут соответствовать предсказаниям теории Джонсон-Лэрда и противоречить какой-либо другой теории, например, теории умственной логики. Если противоречие эксперимента теории должно вести к ее отбрасыванию или по крайней мере к ее модификации, то соответствие между теорией и данными, по Попперу, не означает, что теория доказана; оно только говорит о том, что теория пока не опровергнута.

Второе. Еще одна проблема индукции заключается в том, что выявление закономерностей в действительности предполагает наличие некоторого предзаданного мнения об этой действительности. Вспомним наш пример трехкомпонентной теории памяти. Возможно, всех эмпирических фактов было бы недостаточно для ее создания, если бы не было аналогии с устройством компьютера, имеющего оперативную и постоянную память, или хотя бы старой психологической традиции выделения поля сознания, где происходят основные события психической жизни, и долговременного хранилища информации. Когнитивистские теории вряд ли являются только обобщениями фактов, они обычно отвечают на вопрос «для чего?». Для выполнения какой функции когнитивные процессы устроены таким образом?

Крупный американский логик и один из отцов прагматической философии Чарльз Пирс вводил эту вторую проблему индукции, предлагая вообразить инопланетянина, изучающего результаты переписи населения в Соединенных Штатах. Возможно, писал Пирс, этот инопланетянин начал бы со сравнения отношения смертности к потреблению товаров в графствах, названия которых начинаются с одной буквы. Отношение это, по всей видимости, не будет зависеть от первой буквы названия, и поиски гостя окончатся ничем. Он может проводить и дальнейшие исследования такого рода, задавая вопросы, на которые любой землянин ответил бы, не обращаясь к цифрам, а лишь зная, что одни явления не зависят от других.

Природа, продолжает Пирс, это несравненно более обширное и менее упорядоченное собрание фактов, чем результаты переписи населения. Если бы люди не приходили в мир со специальной способностью делать правильные догадки, то вряд ли за десять или двадцать тысяч лет существования человечества какой-либо величайший ум узнал бы то, что сейчас известно последнему из идиотов.

Действительно, количество различных свойств и переменных в мире, которые можно в принципе коррелировать между собой, бесконечно велико. Следовательно, число возможных гипотез, даже в отношении достаточно относительно простых явлений, также бесконечно. Для того чтобы разобраться в этой многообразии, человек должен обладать исходной селективностью, склонностью выдвигать одни гипотезы и не выдвигать другие. Пирс, говоря о «специальной способности делать догадки», подразумевал, что селективность человека в отношении порождаемых гипотез является врожденной. Хотя идея врожденности выглядит сомнительной, сама селективность является принципиальным фактом для того, кто хочет разобраться в механизмах индуктивного мышления.

Селективность индуктивного мышления нетрудно зафиксировать в психологическом эксперименте. Можно просить испытуемых устанавливать ковариации переменных. Например, им можно предъявлять карточки с описанием людей, страдающих разными заболеваниями. На карточках пишутся различные особенности этих людей (темперамент, характер, внешность), симптомы их заболевания (температура, отек, боль и т.д.) и диагноз. Испытуемые должны обнаружить, какие особенности характерны для различных больных. Такого рода эксперименты показывают, что без специальных оснований люди склонны не замечать связь событий, коррелирующих на уровне до 0,6. Однако если существуют специальные основания для выявления некоторой закономерности, то испытуемые склонны заявлять о ее наличии даже тогда, когда ее нет.

В чем же заключаются эти специальные основания для выявления закономерностей? Какие именно закономерности мы склонны замечать скорее, чем другие? Для ответа на эти вопросы было выделено несколько эвристик, которые заставляют нас предпочитать одни гипотезы другим. Опишем эвристику репрезентативности и необычности.

Эвристика репрезентативности состоит в том, что мы склонны связывать явления, похожие друг на друга. В этом смысле явление-сигнал мы легче воспринимаем, если оно репрезентирует, представляет то явление, с которым связывается. Эвристику репрезентативности можно наблюдать на материале народных примет. Чуть ли не самая известная из русских народных примет связана с черной кошкой, перебегающей дорогу, что предвещает неудачный путь. Другие звери, перебегая дорогу, тоже, согласно приметам, не сулят ничего хорошего. Можно вспомнить Пушкина, который ехал без разрешения царя из Михайловского в столицу накануне восстания декабристов, но вернулся, когда ему сначала перебежал дорогу заяц, а затем встретился священник.

Зверь, перебежавший дорогу, перечеркивает линию движения, т.е. как

бы отрицает ее. Перечеркивание пути, таким образом, похоже на обрыв, отрицание предпринимаемого дела. Также неудачу, неуспех напоминает возвращение домой с полпути, что отражено в другой известной примете.

Дополнительным атрибутом является черный цвет, который в нашей культуре связан с трауром, нечистой силой и т.д. Кошка, в отличие, например, от собаки, также традиционно выступает как символ темной силы, сопровождая, например, Бабу Ягу. Таким образом, черная кошка, пересекающая дорогу, воплощает сразу несколько свойств, которые на основе эвристики репрезентативности связывают это событие с грядущей неудачей.

Эвристика репрезентативности действует и во многих других случаях: гром, молния, звуки, похожие на стон, воспринимаются по аналогии как плохие приметы. Само слово «примета» — по этимологии от «примечать» — говорит о том, что это нечто выведенное из опыта, из наблюдения реальных случаев. Однако, по-видимому, многие приметы основаны не на реальной статистике, а на эвристике репрезентативности. Это относится, вероятно, даже к приметам, игравшим большую роль в сельскохозяйственной практике и связанным с погодой и с урожаем. Некоторые из них выглядят вполне рациональными, как, например, «май холодный — год хлебобородный»: холодный май уничтожает многих вредителей посевов. Также можно объяснить и разумность приметы о Самсоне водолее, предвещающей семь недель одинаковой погоды. Если на Самсона дождь, то семь недель идти дождю. Если сухо — семь недель будет стоять хорошая погода. Эта примета вполне понятна, так как в июле, когда отмечается Самсонов день, может устанавливаться стабильная погода. Но есть и приметы, которые с рациональной точки зрения совершенно непонятны, зато очень ясны с позиции эвристики репрезентативности. Например, одиннадцать последовательных дней с 10 января считаются показателями погоды на оставшиеся одиннадцать месяцев года.

Другая эвристика — это *эвристика необычности*. Когда случается необычное явление, люди прочно запечатлевают его в памяти и бывают склонны связывать с другими событиями. Если еще одно необычное событие случается через короткий промежуток времени, то люди часто связывают эти события. Допустим, если зимой гремит гром, что, конечно, большая редкость в средней полосе России, а затем следует политический кризис, то у людей появляется тенденция связывать эти два события, несмотря на очевидную их отдаленность.

Подобная эвристика отмечается и у животных. Например, крыса, которая была подвергнута радиации через несколько часов после того, как ела пищу необычного вкуса, будет всегда избегать этой пищи. Если же пища была обычной, то такая связь не возникает.

Кроме эвристик, для выявления связей важную роль играет то, что соответствующие события уже были связаны с другими раньше. Биллман предположила, что в сложной среде, где не могут быть учтены все аспекты ситуации, субъекты склонны концентрироваться на тех аспектах, которые уже играли какую-то роль при других правилах. Из этого следует, что связанные между собой правила выявляются субъектом легче, чем изолированные.

Для проверки этой гипотезы Биллман разработала эксперимент, в процессе которого испытуемые должны были выявить свойства некоторого «инопланетного» языка, наблюдая за событиями (пространственными движениями тел), описываемыми предъявлявшимися речевыми фразами. Биллман показала, что выявление правил происходило значительно проще, если «инопланетный» язык был составлен таким образом, что различные изменения в нем влияли друг на друга.

Эксперименты Биллман относятся к искусственной среде, однако в реальной жизни склонность людей связывать между собой те или иные события определяется их представлениями о мире, порожденными культурой, образованием и предшествующим опытом. Люди склонны связывать те явления, причинно-следственные отношения между которыми вписываются в их картину мира. Эта картина мира не одинакова у людей, живущих в разные эпохи, принадлежащих к разным культурам и слоям общества. По-видимому, именно в сфере индуктивного связывания явлений в наибольшей мере проявляются межкультурные различия мышления.

Выше мы анализировали народные приметы с точки зрения индуктивных эвристик. Однако вера в эти приметы отнюдь не одинакова в различных слоях общества. У образованных людей вера в приметы считается суеверием. Например, связь между громом зимой и политическим кризисом, скорее всего, будут находить те люди, которые из-за недостатка образования меньше приобщены к естественно-научной картине мира. Современные же образованные люди менее склонны верить в знамения, а политический кризис стараются объяснить социально-экономическими процессами, происходящими в обществе.

Важно подчеркнуть, что в компетенцию психолога не входит оценка истинности того или иного мышления. Психолог, как представитель своей науки, не имеет оснований для того, чтобы утверждать, что приметы о черной кошке или мнения о летающих тарелках истинны или ложны. Хотя, будучи представителем своего общества и своей культуры, он безусловно разделяет общие установки и мнения. По мысли С.Л.Рубинштейна, дело психолога, в отличие от логика, не в описании самих по себе мыслей и установлении их истинности, а в описании процесса их порождения.

Еще более острый контраст, чем в случае различных слоев общества, наблюдается в индуктивных обобщениях разных культур. Вся средневековая литература полна описаниями знамений, предвещающих торжество или горе. Вспомним «Слово о полку Игореве», описание предзнаменований поражения войска Игоря (в переводе А.Югова):

*Другого дня,
раным-рано,
зори кровавые
свет предвещают,
тучи черные
с моря идут —
хотят поглотить*

*четыре солнца,
в тучах трепещут
синие молнии.
Быть грому великому
идти дождю стрелами
с Дону Великого!*
(цит. по: [Слово о полку Игореве, 1975, с. 92]).

Описание индуктивных обобщений, совершаемых в разные исторические эпохи в европейских странах, оставил нам французский философ и историк культуры Мишель Фуко в своих исследованиях из области «археологии знания». Еще большим контрастом с привычным для нас стилем поражает так называемое первобытное мышление, классические исследования которого провел французский этнограф и психолог Люсьен Леви-Брюль.

В наши дни люди склонны верить в другие причинно-следственные связи. Появление научно- и технически ориентированного мышления приводят к новым ожиданиям. В частности, возникает интерпретация летающих тарелок как межпланетных кораблей инопланетян.

Склонность людей видеть те связи, которые соответствуют их представлению о мире, была продемонстрирована в остроумном эксперименте супругов Чепменов. Будучи клиническими психологами, Чепмены заметили, что их коллеги-клиницисты часто сообщают о таких результатах применения прожективных тестов, которые в последующем не подтверждаются. Например, многие клиницисты сообщали, что гомосексуалисты в пятнах Роршаха часто видят мужчин в женской одежде, лица как с женскими, так и с мужскими характеристиками. Сообщалось также, что параноидные пациенты в рисунке человека подчеркивают глаза. Все эти сообщения, однако, при ближайшем рассмотрении не подтвердились.

Чепмены провели эксперимент, в котором испытуемым (студентам-психологам) предъявлялись: 1) карточка из теста Роршаха; 2) слово, обозначающее, что клиент увидел на карточке; 3) характеристика клиента (гомосексуалист, депрессивный и т.д.). В другом эксперименте Чепменов испытуемым предъявлялся рисунок человека, выполненный клиентом, и характеристика клиента. Оказалось, что испытуемые не только видят связь между характеристиками клиента и тем, что он сделал, там, где этой связи нет, но даже там, где эта связь была отрицательной. Испытуемые «обнаруживали», что подозрительные клиенты рисуют специфические глаза (подозрительность заставляет пристально всматриваться), зависимые — толстые лица и т.п.

Фактически эксперименты Чепменов возвращают нас к хорошо известной социально-психологической истине: наши суждения в большой мере зависят от стереотипов. Однако подход Чепменов позволяет рассматривать эту проблему под новым углом зрения: стереотипы уже более не выглядят неким пороком, омрачающим человеческую природу. Скорее, это неизбежная сторона нашего когнитивного функционирования, которая только и позволяет нам как-то разобраться в окружающем нас разнообразии вещей. Стереотип — это следствие необходимой селективности.

Исследовательское поведение

Исследование, исследовательское поведение (ИП) — это неотъемлемая часть поведения любого живого существа, условие его выживания в изменяющейся среде, условие развития и даже здоровья [Ротенберг, Бондаренко, 1989]. Программы исследовательского поведения начинают разворачиваться практически с момента появления живого существа на свет наряду с программами пищевого и оборонительного поведения [Шовен, 1972; Хайнд, 1975]. Более того, мотивация исследовательского поведения может в ряде случаев оказываться более сильной, чем пищевая и оборонительная. (Например, в экспериментах на животных показано, что голодные крысы могут вначале обследовать новый объект в клетке, а уже потом бежать к кормушке, или обследовать незнакомый лабиринт, несмотря на то, что там их бьет токком.) Экспансия поискового поведения — одна из главных тенденций в поведении и развитии любой системы, вытекающая из принципа максимума информации, по Г.А. Голицыну [1997].

В основе исследовательского поведения лежит важнейшая потребность в новой информации, новых впечатлениях и знаниях. Эта потребность является неотъемлемой составляющей личности человека. Исследовательское поведение проявляется в целом ряде различных форм деятельности и поведения человека (созерцательное наблюдение, эксперимент, путешествие, вопросно-ответные формы деятельности и т.д.). Они выступают как более конкретные формы познавательного, исследовательского взаимодействия с реальностью. Совокупный эффект всех форм деятельности, входящих в исследовательское поведение, чрезвычайно широк и качественно отличается от отдельных эффектов каждой деятельности. Благодаря этому исследовательское поведение выступает как целостная многоуровневая система с большим разнообразием компонентов, причем это разнообразие стремится к постоянному расширению. В деятельности человека исследовательское поведение выступает как универсальная характеристика, пронизывающая все другие виды деятельности. Оно выполняет важнейшие функции в развитии познавательных процессов всех уровней, а также в социальном развитии (социальное ИП) и в развитии личности. Особую, незаменимую роль ИП играет в овладении сложными, динамическими, плохоформализуемыми областями.

История изучения ИП берет начало с работ И.П. Павлова по проблеме ориентировочно-исследовательских реакций. В настоящее время ИП изучается на протяжении всего жизненного цикла человека и в самых разных видах его деятельности — начиная с того, как младенец знакомится с новой погремушкой, и кончая тем, как коллектив ученых строит эксперимент.

Несмотря на широкие исследования в различных областях ИП, единого общепризнанного его определения нет. Мы будем использовать следующее определение: исследовательское поведение — это поведение, направленное на познание реальности путем практического взаимодействия с ней.

Методы изучения ИП

Можно выделить следующие методы изучения ИП.

1. Наблюдение в естественных условиях (например, съемка скрытой камерой поведения детей в магазине, наблюдение за программистом, осваивающим новую компьютерную программу, и т.д.).

2. Естественный и лабораторный эксперимент. Естественный эксперимент организуют так, чтобы испытуемый не знал, что его изучают, и не считал ситуацию искусственно созданной. Например, ребенку оставляют новый для него предмет и предлагают заняться им, «пока взрослые заняты». На самом деле предмет специально подобран или изготовлен, и за ребенком внимательно наблюдают.

Лабораторный эксперимент позволяет более строго контролировать экспериментальные условия, давать испытуемым строго определенную инструкцию и использовать такой стимульный материал и такую аппаратуру, появление которых испытуемому нельзя объяснить естественными, «сами собой» возникшими причинами. Испытуемый знает, что ситуация создана специально, что его изучают, и это имеет как положительные, так и отрицательные последствия.

3. Стандартизованные тесты ИП с использованием специально разработанных стимульных объектов, например, Cincinnati Autonomy Test Battery.

4. Специализированные анкеты и опросники, бланковые тесты: тесты оценки любознательности А.И. Крупнова [Кудинов, 1998], опросник В. Мо и Е. Мо для оценки учителями любознательности младшеклассников, опросник самооценки любознательности Лангевина и др. [Keller et al., 1994].

5. Анализ описаний ИП (научных, биографических, фольклорных и т.д.). Например, Р.М. Ригол анализирует поведение персонажей сказок с точки зрения представленности в них исторического опыта, связанного с ИП различных половозрастных и социальных групп. Она показывает, что с помощью сказки ребенок усваивает каноны человеческого исследовательского поведения. В соответствии с этими канонами дети должны быть любознательными.

6. Компьютерное моделирование ИП. Деятельность реальных испытуемых подвергается анализу и математической обработке, после чего строится компьютерная модель этой деятельности. С ней экспериментируют на ЭВМ, наблюдая за поведением «синтетических» испытуемых. В случае обнаружения каких-либо интересных феноменов, не наблюдавшихся в реальном эксперименте, анализируют условия их возникновения, степень правдоподобия и пытаются воспроизвести в реальной деятельности [Frensch, Funke, 1995].

Мотивом, мотивацией исследовательского поведения является так называемая любознательность (*англ. curiosity*). В западной психологии — это термин, обозначающий мотивационную направленность на исследование физического и социального окружения, символических структур и т.д. Оно близко к понятию потребности в новых впечатлениях, которую Л.И. Бо-

жович рассматривала как базовую потребность ребенка, и к понятию познавательной активности по М.И. Лисиной.

Важнейшее значение для человека имеет бескорыстная познавательная мотивация, не связанная с решением утилитарных практических задач. Такая направленность, исследование из чистого интереса, положительно сказывается на последующем решении возникающих практических задач (Н.Н. Поддьяков).

К другому типу мотивов ИП относятся практически — связанные с достижением конкретного, утилитарно значимого результата. В этом случае ИП играет вспомогательную роль — роль средства достижения какой-то другой, не познавательной цели (например, инженерно-изобретательской цели, цели обнаружения неисправности в объекте и т.д.).

Мотивацию ИП стимулируют следующие факторы: новизна объекта; сложность; когнитивный конфликт — при несоответствии или противоречии друг другу частей информации об объекте.

Новизна объекта. Различают относительную новизну (например, обычный предмет в необычной ситуации) и новизну в буквальном смысле (например, вид поверхности новой планеты). И здесь оказывается, что люди затрудняются интерпретировать новые объекты — они даже не могут правильно их воспринять. Известно, что астрономы долгое время воспринимали кольца Сатурна при наблюдении не как кольца, а как комбинации известных небесных объектов — полумесяцев.

На разном материале и разных выборках испытуемых показано, что новые объекты в основном предпочитают известным, и занятия с ними более длительны и интенсивны. С возрастом детей все больше привлекают новые объекты. Дж. Мендел проводил эксперименты с детьми от 3,5 до 5,5 лет. Вначале детям предлагался один и тот же набор игрушек, и они привыкали к нему. Затем им предложили еще 4 набора игрушек, в разной степени отличающихся от первоначального набора. Все дети — и старшие, и младшие — предпочитали новые игрушки. Однако старшие дети предпочитали совсем новые игрушки, а младшие — частично новые.

Чрезмерная новизна может вызывать беспокойство и страх. Эта реакция настороженности по отношению к новому выработана эволюцией и глубоко оправдана, поскольку новый неизвестный объект может оказаться опасным.

Степень субъективной новизны объекта или ситуации может быть оценена по степени реакции удивления.

Сложность. Чем более стимул динамичен, неправилен или чем больше в нем перцептивных признаков, тем с большей вероятностью он вызывает ИП. Для развертывания исследовательского поведения необходим оптимальный уровень сложности объекта. Как слишком простые, так и слишком сложные объекты способствуют быстрому угасанию познавательной активности. Оптимальным является такой уровень сложности, который требует от индивида усилий, но при этом может быть ассимилирован, освоен, понят.

Когнитивный конфликт, или противоречивость информации. Различные фрагменты информации противоречат друг другу, затрудняя опознание, категоризацию и анализ. Исследование направлено в этом случае на поиски непротиворечивой интерпретации данных. Когнитивный конфликт особенно велик, когда отдельные части опознаются без труда, но ведут к противоположным заключениям (например, существо с головой льва и туловищем овцы трудно отнести к определенной категории). Когда одна из частей значительно доминирует, информационный конфликт меньше и проблема интерпретации проще. Как пишет Г. Фейн, синяя лошадь весьма необычна, но это все-таки это лошадь [Fein, 1978].

В исследованиях Н.Н. Поддьякова и Н.Е. Вераксы дошкольникам предлагались объекты с необычным, противоречивым поведением, в том числе цилиндр со смещенным центром тяжести. Когда его клали на наклонную плоскость, он в некоторых случаях скатывался с нее, как и предполагается, а в некоторых — наоборот, въезжал наверх и, покачавшись как ванька-встанька, застывал на месте. Сталкиваясь с такими ситуациями, дети были вынуждены выходить за пределы непосредственно наблюдаемых свойств объекта. Они догадывались о его внутреннем строении и строили новую систему интерпретации, в которой противоречие снималось. Таким образом, предлагая детям материал с намеренно противоречивым содержанием, можно вызвать их исследовательскую активность, приводящую к тем или иным познавательным достижениям.

Объекты ИП чрезвычайно разнообразны — человек стремится исследовать все, что находится в его ближнем и дальнем, физическом и социальном окружении. Для изучения неживых и живых объектов человек использует разные стратегии.

Например, для познания неживых объектов ребенок использует манипулятивное исследование — манипулирует с объектом и его частями, разбирает и даже разрушает его, чтобы понять, как он устроен. Манипулятивное ИП имеет принципиальное значение для получения информации о скрытых, ненаблюдаемых существенных свойствах и внутренних взаимодействиях объектов, а следовательно — для развития мышления, в том числе мышления, направленного на выявление скрытых причинных связей путем экспериментирования.

При познании живых существ методы разрушающего воздействия недопустимы, что ребенок прекрасно понимает. Специфику живого он пытается понять, наблюдая его активность, воздействуя на него своим поведением [Поддьяков, 1985]. Особый интерес для ребенка представляют животные: предметом его изучения становится их поведение и психика.

Для изучения людей дети используют различные стратегии социального экспериментирования. Оно выступает средством познания себя и внутреннего мира других людей. Социальное экспериментирование осуществляется путем опробования на взрослых или сверстниках различных форм своего поведения. В ряде случаев это экспериментирование осуществляется путем нарушения норм и эталонов. Н.Н. Поддьяков описывает яркий

пример такого экспериментирования. Ребенок, первый раз увидевший загримированного артиста-лилипута на представлении в цирке, не мог решить, человек ли это или же искусно управляемая кукла. И мальчик поставил эксперимент: когда лилипут подошел поближе, ребенок показал ему язык, а затем длинный нос, предполагая, что человек как-то отреагирует на это, а кукла — нет. (Получить ответ на свой вопрос ребенок не успел, поскольку раньше всех отреагировала его мама.) Однако и в более обычных ситуациях дети экспериментируют, чтобы получить реакцию окружающих на свои действия, понять, что за человек перед ними, каковы его особенности и т.д. На основе социального экспериментирования у ребенка формируются представления об относительности и абсолютности усваиваемых норм, об их иерархии и необходимости в ряде случаев нарушить менее значимую норму в пользу более значимой [Поддяков, 1985].

Человек также экспериментирует не только с другим людьми, но и с самим собой, изучая свои физические, познавательные и волевые возможности.

В ИП выделяют две взаимосвязанные подсистемы процессов: поиска информации (подсистема приобретения знаний об объекте); обработки поступающей информации (подсистема преобразования и использования знаний). Эти две подсистемы хотя и связаны между собой, но в то же время обладают относительной независимостью. Их связь выражается в следующем. Чтобы обработать информацию, ее надо сначала получить. От того, какую информацию собрал человек, будут существенно зависеть и процессы ее обработки, и выводы из этой информации. Можно собрать несущественную информацию, которая, несмотря на ее большой объем, не позволит сделать содержательные выводы. Или можно собрать только часть существенной информации, тогда остальное придется компенсировать процессами ее более глубокой обработки. В свою очередь, процесс сбора информации определяется результатами обработки предшествующей информации. Именно она направляет процесс поиска новой информации. Гипотеза о том, что и как исследовать дальше, строится на основе уже найденного и осмысленного.

Несмотря на эту тесную связь, поиск информации и ее обработка — это разные части процесса познания. Здесь используются различные стратегии и средства познавательной деятельности. Например, стратегии проведения эксперимента и стратегии обработки полученных в этом эксперименте данных — это два разных, хотя и связанных между собой типа стратегий.

Разные люди различаются по своим способностям искать и обрабатывать информацию. Достоверно доказано, что люди (и взрослые, и дети), которые успешно осуществляют поиск, часто затрудняются обработать найденную информацию, понять и осмыслить ее. Точно так же некоторые люди успешно обрабатывают найденную кем-то другим информацию, но сами плохо справляются с поиском. Иначе говоря, некоторые люди ведут себя как «теоретики», а другие как «экспериментаторы» — со всеми вытекающими отсюда положительными и отрицательными последствиями.

Нужно особо подчеркнуть социальную обусловленность (в широком и узком смысле) всех компонентов человеческого ИП. На макроуровне об-

щество в целом поощряет одни виды ИП и запрещает другие, определяет цели наиболее важных исследований, задает требования к результатам и т.д. На индивидуальном уровне взрослый направляет ИП ребенка, привлекает его внимание и поощряет исследовать одни предметы и старается вызвать негативное отношение и запрещает обследовать другие. Ребенок исследует не только физические предметы, но и социальные отношения, в которые он включен. Он экспериментирует с отношениями со взрослыми и сверстниками. По мере взросления, в процессе взаимодействия с другими людьми ребенок присваивает выработанные в культуре стратегии ИП в различных ситуациях, овладевает в той или иной мере всеми компонентами исследовательской деятельности. Затем он сам становится транслятором, а в некоторых случаях и творческим создателем этого опыта.

Процессы формирования репрезентации проблемной ситуации

Как говорилось выше, мышление предполагает создание репрезентации проблемной ситуации и вывод внутри этой репрезентации. Репрезентация создается не на пустом месте, а из «строительных элементов», различных структур знаний, находящихся в долговременной памяти. Из этих элементов в поле внимания создается репрезентация, относящаяся только к данной задаче. Мышление, таким образом, — процесс комплексный; в нем задействованы многочисленные психические структуры и процессы, рассматриваемые в других главах учебника. При мышлении, например, происходят те же процессы поиска и извлечения знаний, что и рассматриваемые исследователями памяти. Разница, однако, заключается в том, что процесс мышления требует создания из известных элементов новой репрезентации, тогда как память в прямом ее понимании предполагает простое извлечение того, что было в нее заложено. В самом простом случае структуры, необходимые для понимания задачи, уже хранятся в долговременной памяти субъекта. Этот случай может быть смоделирован средствами искусственного интеллекта.

Компьютерная модель ИСААК, разработанная в 1977 г. Дж. Новаком, создает на основании текста школьных задач из области физической статики систему уравнений, которую она затем пытается решить, и рисует чертеж условий задачи. Лингвистический анализ, проводимый ИСААКом, стремится свести условия к одному из «канонических рамочных объектов», содержащихся в памяти системы, таких, как твердое тело или массивная точка. Один и тот же физический объект может быть сведен к разным «каноническим рамочным объектам». Например, человек, переносящий доску, может интерпретироваться как точка опоры, а тот же человек, сидящий на доске, — как массивная точка. На следующем этапе ИСААК устанавливает взаимное расположение объектов, создает на этом основании систему уравнений и рисует чертеж из набора стандартных фигур, зафиксированных в его памяти.

ИСААК моделирует самый простой вариант понимания задачи, при котором уже зафиксирован исходный небольшой набор операциональных структур и существуют простые правила перевода ситуации в эти структуры.

Память когнитивной системы, которая способна к построению репрезентации тем же способом, что и ИСААК, можно представить в виде набора целостных структур, схем по типу описанных в главе «Память» фреймов и скриптов, которые актуализируются при понимании условий задачи. Такая система могла бы очень эффективно функционировать, но, к сожалению, при одном условии: в случае, когда для решения задачи в памяти есть уже готовая схема.

В некоторых случаях субъекту не удастся актуализировать схему, необходимую для решения задачи. Случай, когда схема актуализируется автоматически, можно представить примерно так (рис. 8.6). Однако возможен и следующий случай, когда доступ к нужной схеме для субъекта затруднен (рис. 8.7).

В первом случае необходимый для решения элемент находится в зоне поиска субъекта, во втором — вне зоны поиска. Различие задач первого и второго типа можно только относительно данного субъекта, поскольку то, что находится в зоне поиска одного, выходит за ее границы у другого. Тем не менее существуют некоторые закономерности относительно людей, живущих в примерно одинаковых условиях.

Почему одни элементы попадают в зону поиска, а другие — нет? Это зависит как от способностей человека, так и от его прошлого опыта. Наш опыт складывается из задач и ситуаций, с которыми мы сталкивались в прошлом. Если

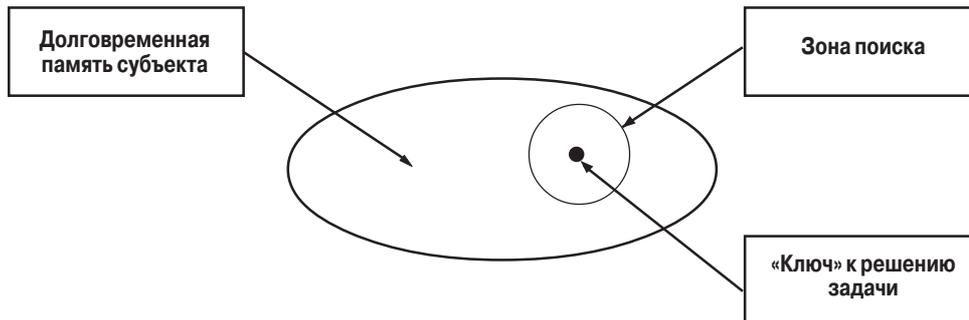


Рис. 8.6. Схема «нетворческой» задачи.

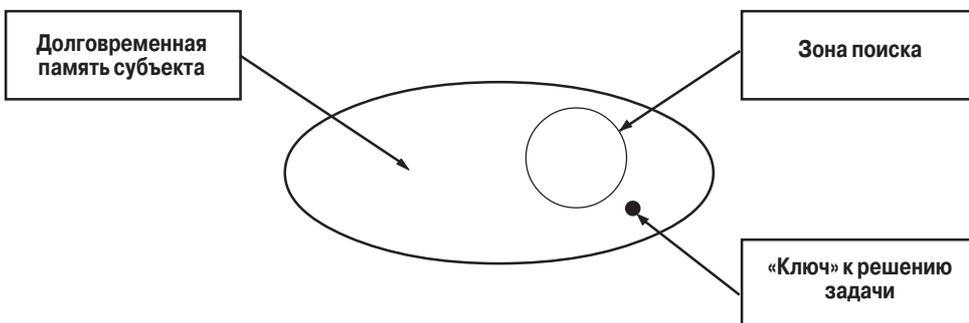


Рис. 8.7. Схема творческой задачи.

новая задача требует использования тех же свойств, которые уже встречались в прошлом опыте, то она вызывает у нас меньше проблем.

Известное исследование, показывающее тормозящее влияние прошлого опыта на мышление, провели А. и Е. Лачинсы. Испытуемым предлагались задачи на переливание жидкостей при помощи сосудов разного объема. Например, даны емкости 29 и 3 л, нужно получить 20 л. Ответ заключается в том, чтобы из сосуда 29 л 3 раза взять по 3 л. После такого разъяснения задачи испытуемым давалось 10 новых задач, на решение каждой из которых отводилось по 2,5 мин. Условия задач показаны в табл. 1.

Таблица 1

N	Дано	Требуется получить
1	21, 127, 3	100
2	14, 163, 25	99
3	18, 43, 10	5
4	9, 42, 6	21
5	20, 59, 4	31
6	23, 49, 3	20
7	15, 39, 3	18
8	28, 76, 3	25
9	18, 48, 4	22
10	14, 36, 8	6

Решение первых пяти задач достигается одинаковым способом: из второго объема надо один раз вычесть первый и два раза — третий. Например, $127 - 21 - 2 \times 3 = 100$ или $59 - 20 - 2 \times 4 = 31$. Шестая и седьмая задачи могут быть решены тем же способом, но у них есть и значительно более простое решение: $23 - 3 = 20$ для шестой и $15 + 3 = 18$ для седьмой. Восьмая же задача не решается тем же способом, что первые пять. Правильное решение для нее: $28 - 3 = 25$. Девятая и десятая задачи подобны шестой и седьмой.

Результаты показывают впечатляющий эффект установки, создаваемой первыми пятью задачами. Подавляющее число испытуемых решает шестую и седьмую задачи сложным путем и вообще не справляется с восьмой в отведенное время. Эффект усиливается, если испытуемые получают инструкцию торопиться — например, если им говорят, что цель эксперимента состоит в оценке их способности быстро решать задачи. Лачинсы пишут о прокрустовом ложе, в которое превращаются наши привычки.

До сих пор речь шла о задачах, для решения которых у субъекта уже была готовая схема, пусть иногда и труднодоступная. Существуют, однако, и такие, собственно творческие, задачи, где схема должна быть заново построена субъектом.

Алгоритмическая неразрешимость и ее следствия для организации разумной деятельности

Алгоритм определяется как общепонятная система точных предписаний, представляющая в общем виде решение всех задач определенного класса и позволяющая безошибочно решать любую задачу этого класса за конечное число шагов. Для организации мышления было бы очень удобно, чтобы для любой задачи был расписан свой алгоритм — строгая, однозначно определенная последовательность шагов, операций, которая бы всегда бе-

зошибочно приводила к решению. Еще лучше было бы разработать настолько универсальный алгоритм, чтобы он был приложим не только к отдельному типу задач или к отдельной области (например, геометрии), а вообще к любой задаче, с которой только могут столкнуться люди в какой угодно области. Иначе говоря, хорошо было бы иметь метод — «универсальный решатель задач» по терминологии А. Ньюэлла и Г. Саймона.

Однако надежды на существование такого универсального метода оказались несбыточными. В XX веке было открыто чрезвычайно важное явление алгоритмической неразрешимости: было строго доказано, что многие однотипные, корректно поставленные массовые задачи, относящиеся к одному и тому же классу, в принципе не имеют каких-либо алгоритмов решения. Однотипность этих задач означает лишь полную однотипность условий и требований, но не однотипность методов решения, которая здесь, как ни парадоксально, невозможна!

Алгоритмическая неразрешимость массовой проблемы не означает неразрешимости той или иной единичной проблемы данного класса. Та или иная конкретная проблема может иметь решение, причем даже вполне очевидное, а для другой проблемы может существовать простое и очевидное доказательство отсутствия решения (доказательство того, что множество решений пусто). Но в целом данный класс проблем не имеет ни общего универсального алгоритма решения, применимого ко всем проблемам этого класса, ни ветвящегося алгоритма разбиения класса на подклассы, к каждому из которых был бы применим свой специфический алгоритм. Для решения отдельных подклассов задач нужно разрабатывать свои алгоритмы; для некоторых отдельных задач требуется разработка методов, вынужденно ограниченных.

Алгоритмически неразрешимыми, например, являются: проблема распознавания: закончит ли свою работу (остановится ли) или же «зависнет» в бесконечном цикле произвольно выбранная программа действий алгоритмического типа (не только компьютерная, но и реализуемая человеком по алгоритмическому типу); проблема эквивалентности программ; тождества двух математических выражений; проблема распознавания того, можно ли из имеющихся автоматов собрать заданный автомат; множество других проблем, относящихся к топологии, теории групп и другим областям.

Алгоритмическая неразрешимость как невозможность обобщенной системы точных предписаний по решению задач одного и того же типа имеет принципиальное значение для психологии мышления и для теории познания вообще. Она означает наложение ряда принципиальных ограничений на основные компоненты деятельности человека или деятельности любой другой системы, обладающей психикой. Это — ограничения на планирование деятельности, на ее осуществление, на контроль результатов, коррекцию. Данные компоненты не могут быть построены на алгоритмической основе. Они могут включать в себя те или иные алгоритмические процедуры, но принципиально не могут быть сведены к ним. В решении сложных задач всегда наличествуют неалгоритмизуемые компоненты, и именно они представляют основную сложность.

Возникает вопрос: как же люди решают конкретные задачи, относящиеся к классу алгоритмически неразрешимых. А ведь они их решают — задачи и на планирование, и на доказательство тождества математических выражений, и на конструирование заданных автоматов из имеющегося набора, и на поиск неисправности в системе, и многие другие.

Решения алгоритмически неразрешимых задач и доказательства их правильности возможны и осуществляются очень часто. Но для каждого такого решения приходится каждый раз особым образом комбинировать различные элементы знания. При этом построение «здания» решения алгоритмически неразрешимой задачи с неизбежностью требует творчества: способ решения не выводится из более общего известного типового метода, а изобретается. Достижимость решения здесь не может быть гарантирована на 100% никакими методами — в отличие от ситуации с алгоритмически разрешимыми задачами. Здесь неизбежно начинают играть роль индивидуальные творческие возможности решающего.

Объективная невозможность универсальных точных предписаний, однозначно приводящих к заданному результату, означает свободу выбора и необходимость творческого поиска. Эта необходимость в творчестве никогда не исчезнет и не уменьшится при любой степени продвинутой выводного знания и построенных на его основе точных предписаний и инструкций.

Еще в XIX веке крупнейший американский психолог и философ Вильям Джемс предложил следующее описание процесса решения творческих задач. Фактически любая задача предполагает выделение в некотором явлении S такого его аспекта M , который позволяет удовлетворить цели задачи P . Задача заключается в том, что дано S и P , а требуется найти промежуточное звено M . Например, для установления площади треугольника нужно обратиться к тому свойству треугольника, что он может быть представлен в виде половины четырехугольника, писал Джемс. Целостное явление треугольника S обладает множеством свойств, но для решения задачи, связанной с определением площади P , требуется учесть только одно из этих свойств M (см. рис. 8.8).

Джемс называет свойство, благодаря которому человек может выделить нужное свойство M из всех других свойств вещи, пронизательностью. Он пишет, что важную роль в вычленении M играет ассоциация по признаку подобия. Сопоставляя подобные случаи, человек выявляет тот посредствующий элемент, который характеризует все эти случаи.

Более ясная теория на этот счет была выдвинута чуть позднее немецким психологом Георгом Элиасом Мюллером. Эта теория, названная *теорией констелляций*, предполагает, что S и P , входя в поле сознания, влекут за собой ассоциативно связанные содержания. Пусть, например, с S связаны элементы M_g, M_p, M_k, M_n и т.д., а с P — K_p, L_p, M_p, N_p и т.д. Тогда M_i , будучи связано с обоими элементами задачи, будет обладать наибольшей силой ассоциативных связей и выделится в сознании, в то время как остальные ассоциации отторгнутся. Схематически теория констелляций может быть изображена следующим образом (рис. 8.9).

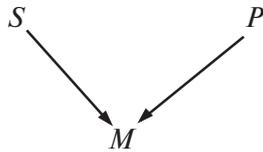


Рис. 8.8. Схема решения задачи по У. Джемсу.

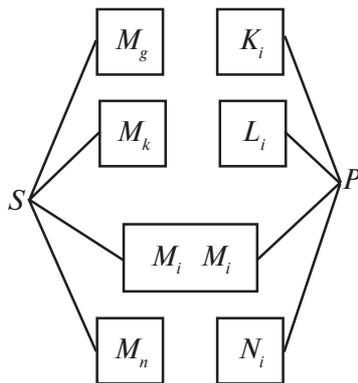


Рис. 8.9. Теория констелляций.

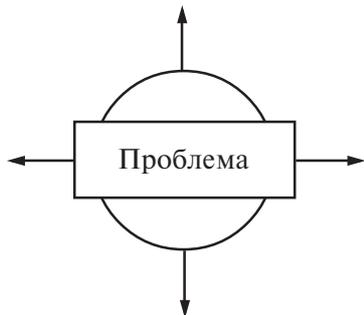


Рис. 8.10. Креативное мышление по Дж. Гилфорду и Е.Р. Торренсу.

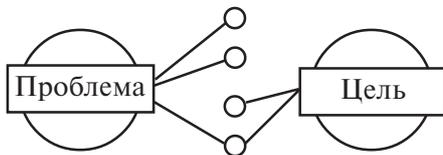


Рис. 8.11. Креативное мышление по Меднику.

Теорию констелляций Мюллера интересно сопоставить с более современной (60-е годы XX века) дилеммой в отношении тестов креативности Гилфорда и Медника [Гилфорд, 1965]. Гилфорд исходил из предположения, что для творческого мышления необходима дивергентная способность, т.е. способность порождать как можно больше связей от данного содержания в разные стороны.

Исходя из приведенной схемы (рис. 8.10) строятся тесты креативности Гилфорда и Торренса, в которых испытуемых просят, например, перечислить как можно больше способов употребления линейки или слов, содержащих букву *о*.

Гилфорду оппонировал Медник, по мнению которого в творчестве участвует также и конвергентное мышление: необходимый элемент находится на пересечении связей между двумя данными (рис. 8.11).

Этим определяется подход Медника к созданию тестов креативности — испытуемого просят найти как можно больше неких третьих предметов, соответствующих по определенным параметрам каждому из двух данных.

На первый взгляд, схема Медника очень напоминает теорию констелляций. Однако по существу эти два подхода ставят перед собой разные задачи. Теория констелляций стремится объяснить механизм творческого мышления с помощью ассоцианистской идеи. Медник же изучает способность того или иного человека выявлять промежуточные звенья между элементами проблемы, не затрагивая вопроса о том, с помощью какого механизма (ассоциаций или чего-нибудь другого) эти промежуточные звенья порождаются.

Теория констелляций была подвергнута разрушительной критике. Отто Зельц предлагал рассмотреть, как эта теория может объяснить умозаключе-

чение $9^2 = 81$. Число 9 ассоциативно связано, допустим, с числами 3, 27, 36, 81, 90 и т.д., а «вторая степень» ассоциирована с числами 4, 9, 25, 36, 81, 100. Следовательно, вероятность получить ответ 36 или 81 одинакова. Теория констелляций оставляет, таким образом, возможность для самых абсурдных ошибок.

Существует и более общий аргумент против теории констелляций. Он заключается в том, что люди способны решать такие задачи, в которых свойство M , необходимое для решения, не является аспектом ни самого по себе объекта S , ни цели P .

Другими словами, для таких задач M нужно искать не на пересечении ассоциаций от S и P , а как решение для структуры, образованной из S и P . Противопоставление этих двух подходов можно изобразить следующей схемой (рис. 8.12).

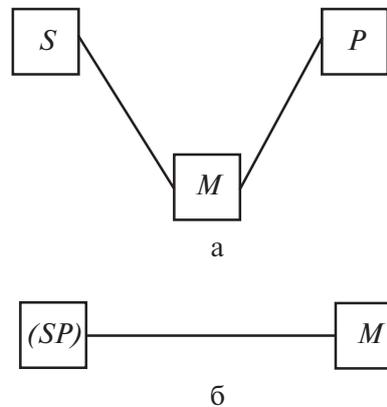


Рис. 8.12. Схема мышления согласно ассоцианистам (а) и гештальтистам (б).

Представим себе обезьяну Келера, которая использует одеяло в качестве средства (M), чтобы придвинуть к себе банан. Нелепо было бы предположить, что одеяло каким-то образом связано в ее долговременной памяти с ситуацией S , включающей клетку с далеко от нее лежащим бананом. Решение является результатом анализа целостной ситуации (SP).

Заслуга в исследованиях такого рода задач принадлежит гештальтпсихологам, и в первую очередь Карлу Дункеру. Истоки гештальтпсихологии лежат в исследовании восприятия, где были установлены целостность зрительного поля и феномен его переструктурирования. Вернемся на минуту к главе 3 и взглянем на картинку на с. 52. С помощью этой картинки мы можем наблюдать переструктурирование нашего перцептивного поля. Мы видим на картинке то молодую женщину, то старуху, причем в зависимости от того, что мы видим в данный момент, отдельные линии на картинке приобретают то или иное значение.

Аналогичный подход гештальтпсихологи применили в исследовании мышления. С их точки зрения, субъект создает целостную картину проблемной ситуации (SP), причем это целостное видение ситуации может переструктурироваться, что влечет за собой и изменение зоны поиска. Образно говоря, субъект в определенный момент решения вдруг видит, что место молодой женщины заняла старуха, задача предстает для него своей новой стороной, и он может по-новому подойти к решению. Это внезапное переструктурирование видения субъектом задачи, часто сопровождаемое сильным эмоциональным всплеском, было названо *инсайтом*.

Теперь легко понять следующее определение, которое дает Дункер (цит. по: [Дункер, 1965, с. 79]): «мышление — это процесс, который посредством ин-

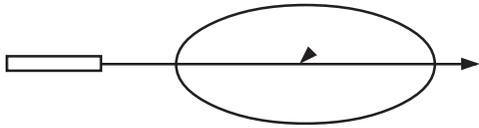


Рис. 8.13. Задача К. Дункера на облучение опухоли.

сайта (понимания) проблемной ситуации (S, P) приводит к адекватным ответным действиям (M). Это определение ясно выражает гештальтистский подход, согласно которому поиск решения задачи осуществляется на основе определенного понимания,

ее целостного видения, а не путем ассоциаций с отдельными ее элементами.

Для эмпирического анализа процессов мышления при решении подобных задач Дункер разработал метод «рассуждения вслух». Метод заключается в том, что испытуемому дают для решения задачу и просят «думать вслух», не оставляя без внимания любую мысль, какой бы маловажной или неправильной она ни была. Высказывания испытуемого заносились Дункером в протокол, который и служил материалом для интерпретации. Наиболее подробно Дункер изучил решение следующей задачи. Надо найти прием для уничтожения неоперабельной опухоли желудка такими лучами, которые при достаточной интенсивности разрушают органические ткани, при этом окружающие опухоль здоровые части тела не должны быть разрушены. Испытуемым в большинстве случаев давался примерно следующий чертеж (рис. 8.132).

Ниже приведен один из протоколов К. Дункера (особенно длинный и богатый типичными ходами мысли).

1. Пустить лучи через пищевод.
2. Сделать здоровые ткани нечувствительными к лучам путем введения химических веществ.
3. Путем операции вывести желудок наружу.
4. Надо уменьшить интенсивность лучей, когда они проходят через здоровые ткани, например (можно так?) полностью включить лучи лишь тогда, когда они достигнут опухоли (Эксп.: Неверное представление, лучи — не шприц).
5. Взять что-либо неорганическое (не пропускающее лучей) и защитить таким образом здоровые стенки желудка (Эксп.: Надо защитить не только стенки желудка).
6. Что-нибудь одно: или лучи должны пройти внутрь, или желудок должен быть снаружи. Может быть, можно изменить местоположение желудка? Но как? Путем давления? Нет.
7. Ввести (в полость живота) трубочку? (Эксп.: Что, вообще говоря, делают, когда надо вызвать каким-либо агентом на определенном месте такое действие, которого надо избежать на пути, ведущем к этому месту?).
8. Нейтрализуют действие на этом пути. Я все время стараюсь это сделать.
9. Вывести желудок наружу (см. п. 6). (Эксп.: Повторяет задачу, подчеркивается «при недостаточной интенсивности»).
10. Интенсивность должна быть такова, чтобы ее можно было изменять (см. п. 4).

11. Закалить здоровые части предварительным слабым облучением (Эксп.: Как сделать, чтобы лучи разрушали только область опухоли?).
12. Я вижу только две возможности: или защитить здоровые ткани, или сделать лучи безвредными. (Эксп.: Как можно было бы уменьшить интенсивность лучей на пути до желудка?) (см. п. 4).
13. Как-нибудь отклонить их диффузное излучение — рассеять... стойте... Широкий и слабый пучок света пропустить через линзу таким образом, чтобы опухоль оказалась в фокусе и, следовательно, под сильным действием лучей.
(Общая продолжительность около 30 минут).

Как же в этом протоколе вычленил развитие видения испытуемым проблемы? Дункер считает, что решения 1, 3, 5, 6, 7 и 9 сходны между собой в том, что в них делается попытка устранить контакт между лучами и здоровыми тканями. В предложениях 2 и 11 проблема схвачена совсем по-другому: возможность разрушения здоровых тканей предлагается устранить через понижение их чувствительности. В предложениях же 4, 8, 10 и 13 реализуется третий подход: понижение интенсивности лучей на пути, ведущем к опухоли. Решения, содержащиеся в приведенном протоколе, группируются Дункером по их, как он говорит, «функциональному значению». Возникновение нового функционального значения решения и означает собственно новое видение проблемной ситуации, ведущее к изменению зоны поиска. Например, если испытуемый видит основной конфликт проблемы в том, чтобы устранить здоровые ткани с пути лучей, то он ищет конкретное воплощение решения в том, чтобы вывести наружу желудок или пустить лучи через какое-либо отверстие — специально вставленную трубку или пищевод. Если же конфликт представляется субъекту своей другой стороной — добиться различной концентрации лучей на подступах к опухоли и в самой опухоли, — то зона поиска решения изменяется: предлагается пропустить лучи через линзу или же применить несколько источников облучения, которое пересекается при этом в одной точке (что собственно и применяется в медицинской практике). Таким образом, вначале возникает определенное функциональное значение решения, а потом решение конкретизируется.

Установление того факта, что видение задачи субъектом развивается, является заслугой Дункера. Развитие этого видения происходит за счет анализа конфликта задачи. Этот путь развития решения Дункер называет путем сверху вниз. Есть однако и другой путь — «снизу вверх». Дункер приводит такой пример. Шимпанзе Келера сидит в клетке и видит перед собой банан, до которого не может достать рукой. Решение задачи, достать банан палкой, приходит легче, если палка окажется в поле зрения. Если на решение обезьяну наталкивает вид палки, то здесь происходит «побуждение снизу» от материала к решению. Если же на основании обнаруженных затруднений она начинает искать подходящий предмет для удлинения руки и тогда находит палку, она осуществляет решение «сверху вниз», от анализа конфликта задачи к средству.

Аналогичные случаи «побуждения снизу» можно наблюдать и в человеческом мышлении. В приведенном выше протоколе решения испытуемый приходит в результате развития анализа задачи к идее запустить лучи через пищевод. Но, пишет Дункер, может случиться, что человек натолкнется на пищевод как бы случайно. Например, можно представить, что в случае снабжения испытуемого анатомическим рисунком с изображением пищевода увеличится число решений, основанных на проникновении через пищевод.

Дункер обнаружил, что казалось бы незначительные изменения формулировки его задач существенно влияют на успешность решения. Так, в случае задачи с лучами применялись такие формулировки.

- «При этом лучи разрушили бы и здоровые ткани. Как можно было бы не допустить, чтобы лучи причинили вред здоровым тканям?»
- «При этом и здоровые ткани были бы разрушены. Как можно было бы сделать так, чтобы здоровые ткани не были разрушены лучами?»

Разница заключается в том, что в первом случае ударение делается на лучи, во втором — на ткани. В первом случае 43% испытуемых занимались вариацией интенсивности лучей, во втором — 14%. Причина этого — описание задачи представляет некоторые элементы ситуации как податливые, допускающие изменения, а другие — как более стабильные. Например, в случае задачи с лучами наиболее податливыми испытуемым обычно кажется путь лучей. Интенсивность лучей и внутренние свойства тканей кажутся неизменными и не относящимися к вопросу. Формулировка задачи может создать впечатление большей или меньшей податливости различных моментов. Описание в тексте лучей как активного агента приводит испытуемых к тенденции больше экспериментировать именно с этим аспектом ситуации.

Итак, в центре мышления Дункер поставил явления переструктурирования, инсайта. В сфере мышления механизмы этих явлений оказываются менее ясными, чем в области восприятия. В восприятии гештальтпсихологам, как это показано в одной из предыдущих глав, удалось установить достаточно четкие законы хорошей формы, к которой стремится перцептивный образ: близости, сходства, непрерывности, замкнутости. Примерно то же самое Вертхаймер, Келер и Дункер хотели сделать и в отношении мышления, однако выявить законы, по которым происходит переструктурирование видения субъектом задачи, не получилось.

Дункер пишет, что переструктурирование мыслительного поля подобно переструктурированию поля перцептивного. Аналогом выделения фигуры из фона является в сфере мыслительной задачи определение каких-то частей задачи как препятствия, других — как средства решения и т.д. Переструктурируются также отношения целостности и связи: некоторые элементы, которые раньше выступали как отдельные, связываются между собой, другие наоборот разъединяются.

В чем же механизм этих переструктурирований? Дункер выдвигает не-

сколько гипотез. Первая связана просто с насыщением. В случае многозначных фигур, если долго видеть одно из изображений (например, молодой женщины), через некоторое время появляется тенденция к переструктурированию (восприятию старухи). Возможно, то же происходит и с мыслительными задачами — долгие попытки приводят к насыщению и изменению понимания ситуации. Вторая гипотеза — «выделение общего»: если рассматривать ряд объектов, имеющих некоторый общий элемент, то этот элемент имеет тенденцию к выделению. Все же сам Дункер признает, что эти объяснения слишком общи: «...развернутых причинных подходов в гештальтпсихологии мышления еще нет» (цит. по: [Дункер, 1965, с. 132]).

Исследования Дункера получили развитие в отечественной психологии. С.Л. Рубинштейн интерпретировал феномен инсайта при решении задач с позиции анализа через синтез как главного механизма их решения. Осуществление анализа через синтез означает, что субъект производит анализ объекта всегда с некоторой предзаданной позиции, имея заранее определенную точку зрения на объект. В результате проведенного анализа знание субъекта об объекте меняется, объект предстает своими новыми сторонами, т.е. позиция субъекта относительно объекта изменяется. Это изменение позиции приводит к изменению анализа субъекта, что в свою очередь приводит к другому синтезу и т.д., обеспечивая бесконечное развитие познания. Объект как бы поворачивается к субъекту все новыми сторонами. В контексте такого подхода инсайт выступает как раз тем самым поворотом объекта, новым его синтезом, целостным видением, которое оказывается результатом проведенного анализа и при этом резко меняет направление этого анализа.

Метод «рассуждения вслух» нашел свое дальнейшее развитие в работах А.В. Брушлинского, который установил факт так называемого «немгновенного инсайта». Анализируя один из протоколов решения задачи о свече, зажигаемой на космическом корабле в невесомости, А.В. Брушлинский пишет: «Начало этого фрагмента протокола ... представляет собой инсайт, возникающий довольно внезапно и существенно меняющий направление, вообще прогнозирование мысли испытуемого. Но при всей своей внезапности данный инсайт не является мгновенным, поскольку он формируется и прогнозируется не сразу, не одномоментно» [Брушлинский, 1979, с. 126—127]. И далее: «...в форме такого немгновенного инсайта мысль испытуемого начинает возникать и затем постепенно формируется в течение нескольких секунд как бы на наших глазах (она именно формируется, а не просто формулируется, не будучи изначально и сразу целиком готовой)» [Там же, с. 127].

Фактически само установление феномена немгновенного инсайта содержит в себе полемику с гештальтгистским подходом к переструктурированию. А.В. Брушлинский соглашается с тем, что переструктурирование является ключевым моментом мышления, однако понимает это явление как длящееся во времени, процессуальное.

Проблемное пространство — психологическая реальность?

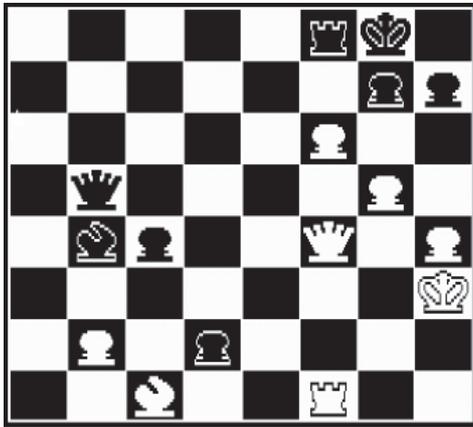


Рис 8.14. Рисунок позиции на шахматной доске.

Рассмотрим это представление на примере шахмат, которые называют дрозодилой когнитивной психологии. Подобно дрозодиле, шахматы являются удобной моделью изучения других, выходящих за рамки лаборатории явлений; но, как и дрозодила, сами по себе шахматы мало интересуют психологов.

В изображенной на рис. 8.14 позиции из шахматной партии черные могут выбрать один из 35 ходов, разрешенных правилами игры. В ответ на каждый из этих ходов у белых есть примерно такое же количество продолжений и т.д. Представим теперь себе эту ситуацию в виде лабиринта. Тогда исходное положение мы можем интерпретировать как комнату, из которой выходит 35 коридоров; каждый из них ведет в другую комнату, из которой, в свою очередь, выходит какое-то количество коридоров, ведущих в новые комнаты. Этот лабиринт в решении задачи Саймон предложил называть пространством поиска. Ту часть лабиринта, которую субъект уже обследовал к данному моменту решения задачи, Саймон назвал проблемным пространством.

Если мышление по определению является трансформацией представления, то понятие проблемного пространства получает очень общее значение — оно является фактически пространством трансформации представления.

С формальной точки зрения, для решения задачи субъект должен произвести такое обследование лабиринта, которое позволит ему найти путь к цели, в случае шахмат — к выигрышу партии. Оптимальным для этого было бы осуществление исчерпывающего поиска, т.е. обхода всех коридоров лабиринта. К сожалению, на практике это оказывается невозможным.

Вернемся к позиции, изображенной на рис. 8.14. Игравший в ней черными Александр Алехин сделал ход 33. ... Фb5-d7+, который, по его собственным словам, был рассчитан на 21 ход (или 41 полуход, т.е. ход каждой из сто-

Задачи, которые мы рассматривали до сих пор, решались в один шаг, с опорой на одну доминирующую мысль. Существуют, однако, и другие задачи — многошаговые, или цепные. Так, в шахматах для выбора хорошего хода часто бывает необходимо рассчитать несколько вариантов на несколько ходов вперед. Одной идеи здесь оказывается недостаточно, решение должно быть многошаговым. Для таких задач Герберт Саймон, единственный лауреат Нобелевской премии среди психологов, предложил в 60-х годах XX века свое представление процесса решения.

рон) вперед, после чего партия переходила в теоретически выигранный для черных пешечный эндшпиль. Конечно, подобная глубина расчета нетипична: по словам самого Алехина, это наиболее длинная комбинация, рассчитанная им во время практической партии. Попробуем оценить, сколько вариантов шахматист должен был бы рассчитать, если бы он действовал методом полного перебора. Если даже принять, что на каждом ходу был выбор в среднем только из 10 возможностей, то нужно было бы рассчитать 10^{41} вариантов. Это означает, что при скорости счета 1 ход в секунду Алехин, начав расчет в 1922 г., не только не закончил бы его к началу XXI века, но и должен был провести в раздумьях без сна, еды и отдыха еще миллиарды лет. Ясно, что такие чудовищные цифры перебора вариантов не имеют никакого отношения к реальному человеческому мышлению, хотя методом полного перебора действует большинство современных шахматных компьютеров, в том числе и «Deep Thought», победивший в матче чемпиона мира Г. Каспарова.

Для того чтобы объяснить способность человека выбирать в ходе решения задачи только наиболее осмысленные варианты, было введено понятие эвристики, т.е. такого метода поиска, который со значительной вероятностью позволяет отбирать наиболее удачные коридоры в лабиринте решения задачи. Возьмем пример одной из таких эвристик, пожалуй, наиболее простой. Она называется «эвристикой самого крутого подъема». Представим себе человека, прогуливающегося по неровной местности и поставившего себе цель забраться на вершину самого высокого холма. Местность испещрена тропинками, которые постоянно ветвятся. Для того чтобы сократить число неудачных попыток, человек может воспользоваться правилом: выбирать всегда ту тропинку, которая круче всех поднимается вверх. Это и есть эвристика самого крутого подъема. Эта эвристика, как, впрочем, и все другие, не гарантирует успеха: самый крутой подъем может вести на вершину не самого высокого, а второстепенного холма. Все же эвристика увеличивает вероятность того, что рассматриваемый вариант ведет к успеху. Легко можно представить, как приложить такую эвристику к другим задачам. Например, в шахматах она может означать первоочередное рассмотрение ходов, приводящих к материальному перевесу, занятию центра фигурами, ослаблению прикрытия вражеского короля и т.д.

Используя несколько более изощренный вариант рассмотренной выше эвристики (так называемый «анализ целей и способов») А. Ньюэлл и Г. Саймон создали программу «Общий решатель задач», которая оказалась способной, в частности, доказать $2/3$ теорем из известного математического трактата «Principia Mathematica» Уайтхеда и Рассела.

Итак, эвристики позволяют сократить перебор вариантов. Но являются ли они адекватным описанием человеческого мышления? Вряд ли на этот вопрос можно ответить положительно. Конечно, в ситуации прогулки по пересеченной местности рассмотренная эвристика действительно может применяться человеком. Но выбор тропинки, ведущей вверх, не идет ни в какое сравнение по насыщенности мыслительной деятельности с теми же шахматами, а в отношении решения собственно интеллектуальных задач человеком применение эвристики кажется маловероятным.

Возьмем вновь для примера шахматы. Фактически в процессе размышления над ходом происходит не столько выбор вариантов, сколько включение в модель новых отношений между фигурами. Любая достаточно сложная шахматная позиция включает очень большое число отношений между фигурами. Создавая модель ситуации, шахматист по необходимости отбирает только некоторые из них, наиболее существенные с его точки зрения. На основе этих отношений и строится «проблемное пространство». В процессе обдумывания выявляются новые отношения, те, которые раньше не воспринимались как существенные. Например, установление угрозы вилки с какого-либо поля делает существенным отношение фигуры, защищающей это поле. Только наличие представлений об отношениях фигур может объяснить такие употребляемые при анализе партии термины, как «угроза», «защита», «подготовка хода».

Психологически поиск в проблемном пространстве неотличим от предыдущего этапа — создания репрезентации задачи. Появление какого-либо хода среди рассматриваемых шахматистом при обдумывании есть результат установления отношений фигур, которые и составляют репрезентацию ситуации.

Фактически решение многоходовых задач с большим пространством поиска типа шахмат включает два компонента. Первый — рассмотренное в предыдущем разделе нахождение нужных отношений между элементами. Второй — расчет вариантов; он предполагает возможность мысленного перемещения по проблемному пространству с возвратами и обходными путями, основываясь в этом смысле на «уравновешенных системах» Пиаже.

Для объяснения того, что происходит при размышлении шахматиста над ходом, можно воспользоваться термином С.Л. Рубинштейна «анализ через синтез»: выявление новых отношений фигур (анализ) происходит в результате переосмысления позиции и постановки новых целей (синтез).

А.В. Брушлинский пишет: «...человек ищет и находит решение мыслительной задачи не по принципу *выбора* из альтернатив, а на основе строго определенного, непрерывного, но не равномерно формирующегося *прогнозирования* искомого» (цит. по: [Брушлинский, 1979, с. 154]). И далее на следующих страницах: «...наши эксперименты показывают, что заранее данные, равновероятные и четко отделенные друг от друга альтернативы выбора могут стать таковыми не в начале, а лишь к концу предшествующего им живого процесса мышления. Вот почему даже когда в ходе такого процесса субъект *последовательно* анализирует «несколько» формируемых им способов решения задачи, этот сам по себе существенный факт все же не означает дизъюнктивной ситуации выбора из соответственно нескольких альтернатив. Чтобы выступить в качестве альтернатив, они должны сначала возникнуть и постепенно сформироваться. Полностью сформироваться они могут лишь в конце, в результате живого мыслительного процесса... мышление выступает как выбор из альтернатив не в психологическом, а в формально-логическом плане (когда акцент ставится на уже готовые продукты мыслительной деятельности безотносительно к живому психическому процессу, в результате которого они формируются)» [там же, с. 159].

Мышление и творчество

Мышление тесно связано с открытием нового, творчеством. Известный психолог начала XX века О. Зельц различал мышление продуктивное и репродуктивное. Продуктивное мышление в отличие от репродуктивного предполагает появление нового продукта: знания, материального объекта, произведения искусства. Это различие использовал М. Вертхаймер, который таким образом проводил грань между мышлением, основанным на инсайтах, новом понимании отношений между элементами, и заученными навыками. В отечественной психологии разделение продуктивного и репродуктивного мышления проводила З.И. Калмыкова. С этими исследователями не согласен А.В. Брушлинский, который считает, что в самом понятии мышления заложено появление нового. В противном случае речь идет не о мышлении, а о памяти. Действительно, если мышление основано на переходе от одного состояния репрезентации к другому (см. рис. 1), то оно неизбежно связано с новизной.

Все сказанное, однако, не исключает того, что мышление может быть в большей или меньшей степени творческим. Понятно, что заключение по мокрой крыше о том, что прошел дождь, вряд ли можно поставить по степени творческой мысли на одну доску, например, с открытием Ньютоном законов динамики.

Творчество тоже не может быть отождествлено с мышлением. Мышление, как говорилось выше, — один из видов познания. Творчество возможно не только в познании. Наиболее ясный пример — творчество в искусстве. Основа искусства — создание прекрасного. Для этого часто требуется познание, но не оно составляет сущность прекрасного. Из различных видов искусства литература, вероятно, несет в себе больше всего элементов познания. Например, психологический роман XIX века включал много интересных психологических наблюдений. И хотя подобного рода замечания о жизни придают дополнительный интерес художественной литературе, не они составляют ее суть: ведь не будем же мы считать произведением искусства учебник по психологии, даже если содержащиеся в нем знания во много раз богаче тех, что можно найти во всех романах Л. Толстого вместе взятых. В еще большей мере подобные замечания относятся к музыке или живописи.

Реальное творчество

Психология является по преимуществу экспериментальной наукой: большинство ее теорий и моделей основано на фактах, добытых в лабораторных условиях. Однако далеко не все интересные психологические феномены на сегодняшний день можно смоделировать экспериментально. К таким феноменам относятся и многие аспекты творчества, которое в реальных условиях вытекает из всего контекста жизни человека, порой годами идущего к главному произведению или открытию своей

жизни. В связи с этим большой интерес для научной психологии представляют свидетельства талантливых людей о процессах их творчества. Самоотчеты, вызывающие доверие своей согласованностью, подчеркивают значительную роль бессознательного. Эти свидетельства, однако, выявляют разную картину в сферах художественного и научного творчества.

Начнем с поэтического творчества. Почти общим местом у поэтов оказывается утверждение о том, что творчество происходит у них как бы само по себе, без их участия, под чью-то диктовку. Вот что, например, говорит о своих стихотворениях А.Ахматова:

*А есть и такие: средь белого дня,
Как будто почти что не видя меня,
Струятся по белой бумаге,
Как чистый источник в овраге.*

(Последнее стихотворение. 1 декабря 1959 г. Ленинград)

Великолепное описание принадлежит И. Бродскому [1991]: «Пишущий стихотворение пишет его потому, что язык ему подсказывает или попросту диктует следующую строчку. Начиная стихотворение, поэт, как правило, не знает, чем оно кончится, и порой оказывается крайне удивлен тем, что получилось, ибо часто получается лучше, чем он предполагал... Пишущий стихотворение пишет его прежде всего потому, что стихосложение — это колоссальный ускоритель сознания, мышления, мирозерцания. Испытав это ускорение однажды, человек уже не в состоянии отказаться от повторения этого опыта, он впадает в зависимость от этого процесса, как впадает в зависимость от наркотиков и алкоголя. Человек, находящийся в подобной зависимости от языка, я полагаю, и называется поэтом». У И.Бродского инстанция, диктующая стихотворения, именуется языком. А. Пушкин и А. Ахматова любили называть ее Музой.

Следствием произвольности творчества, независимости от сознательного намерения становится деление жизни человека на 2 части: личную и творческую.

*Пока не требует поэта к священной жертве Апполон,
В заботы суетного света он малодушно погружен.
Молчит его святая лира, душа вкушает хладный сон,
И средь детей ничтожных мира, быть может, всех ничтожней он.
Но лишь божественный глагол до слуха чуткого коснется,
Душа поэта встрепенется...*

(А.С. Пушкин. Поэт. 1827 г.)

Итак, процесс поэтического творчества не удается произвольно вызвать, его результат не соответствует ожиданию, творчество приводит к перерождению человека, оно становится притягательным, как наркотик.

Примечательно, что, казалось бы, родственное поэтическому творчество писателя-прозаика осознается писателями совсем по-другому. Дело, по-

видимому, заключается в том, что предмет творчества писателя — образ или сюжет — оформляется в языке, что требует скорее техники, чем вдохновения. В поэзии процесс творчества происходит в момент связывания мысли со словом, в результате чего технический процесс оформления мысли практически отсутствует. В результате в работе прозаика значительное место занимает стадия реализации замысла. В этом плане поэзия является, возможно, наиболее чистым видом творчества.

Различия между видами творчества станут еще более явными, если мы затронем работу ученого и изобретателя. Многочисленные исследования биографических материалов позволили установить типичную последовательность стадий, которую проходит процесс научного открытия. Наиболее известное описание стадий предложено Уолласом, хотя есть сходные классификации других авторов. На первом этапе ученый предпринимает длительные и упорные попытки найти решения проблемы, которые, однако, не приводят к успеху. Затем следует пауза, период отдыха, после которого в голову может неожиданно придти нужная идея. Для того чтобы идея появилась, оказывается нужен определенный период «инкубации», когда человек ничего не предпринимает сознательно, но тем не менее помимо его сознания происходит какая-то скрытая работа, проявляющаяся в «озарении». На последнем этапе ученый разрабатывает идею и находит решение проблемы.

Одно из наиболее ярких свидетельств описанного феномена принадлежит великому математику Анри Пуанкаре. Вот один из его примеров. «В то время я занялся изучением некоторых вопросов теории чисел, не получая при этом никаких существенных результатов и не подозревая, что это может иметь малейшее отношение к прежним исследованиям. Разочарованный своими неудачами, я поехал провести несколько дней на берегу моря и думал совсем о другой вещи. Однажды, когда я прогуливался по берегу, мне ...внезапно, быстро и с ...мгновенной уверенностью пришла на ум мысль, что арифметические преобразования квадратичных форм тождественны преобразованиям неевклидовой геометрии» (цит. по: [Пуанкаре, 1981, с. 360]). Там же А. Пуанкаре описывает, как другая идея пришла ему в голову, когда он ставил ногу на подножку омнибуса и вел светский разговор.

Отличие от художественного творчества налицо. Этап озарения является мгновенным против достаточно долговременных периодов вдохновения у поэтов. Озарение ученого направлено на заранее поставленную цель, тогда как у художника результат нередко уходит от цели. Наконец, подготовительный этап носит совершенно различный характер. Если у ученого он достаточно выражен и связан с сознательными попытками достижения цели, то у художника он, по-видимому, неотличим от суеты повседневной жизни. Собираание материала для поэмы является прообразом этой подготовительной работы, которая не служит достижению цели — это лишь подготовка материала.

Отличие процессов творчества в этих сферах связано, конечно, с особенностями задач. В случае научного творчества задача заключается в познании, в случае искусства — в создании. В этом плане творчество инже-

нера приближается к писательскому труду. В искусстве познание (как сбор впечатлений и материалов для произведения) предшествует собственно творчеству. В случаях познания, описанных Пуанкаре и другими учеными, цель более точно определена, вернее, определяется интеллектуально до творчества. В искусстве произведение не отвечает никакой особой цели. В то же время оба вида творчества явно имеют общие черты, среди которых центральная — доминирующая роль неосознанных процессов.

Интуиция в мышлении

С чем связана столь активная роль бессознательного в процессах творчества? Ответ на этот вопрос предлагает крупный отечественный исследователь творческого мышления Я.А. Пономарев.

Выше говорилось, что наиболее тонкий момент в процессе мышления связан с созданием модели проблемной ситуации из набора структур и схем знаний, хранящихся в долговременной памяти человека. В случае относительно простой, мало творческой задачи субъект обладает хорошо структурированными знаниями, которые позволяют ему достаточно легко создать адекватную модель. Однако отсутствие таких структур в долговременной памяти превращает задачу в творческую.

Я.А. Пономарев различил два вида опыта (т.е. знаний, хранящихся в памяти субъекта): интуитивный и логический. Интуитивный опыт обладает весьма своеобразными свойствами. Он может быть назван бессознательным по двум причинам: во-первых, он образуется помимо воли субъекта и вне поля его внимания; во-вторых, он не может быть произвольно актуализирован субъектом и проявляется только в действии. Логический опыт, напротив, осознан и может быть применен при возникновении соответствующей задачи.

Рассмотрим факты. Типичный эксперимент Я.А. Пономарева строился по следующей схеме. Испытуемому давалась задача, где сознательно стремясь к некоторой цели, он попутно должен был совершить ряд предметных преобразований, непосредственно на достижение этой цели не направленных. Таким образом, в этой задаче формировался как прямой, так и побочный продукт действия. Я.А. Пономарев приводил такой житейский пример для различения прямого и побочного продукта. Ветер из открытого окна сдувает находящиеся на столе бумаги. Чтобы они не улетали, работающий за столом пользуется каким-либо тяжелым предметом. При этом ему безразлично, был ли это камень, пепельница или что-либо еще, и какое место занял предмет на листе бумаги. Прямой продукт действия здесь связан лишь с некоторыми свойствами предмета (объем, масса), существенными с точки зрения цели действия. Другие же свойства предмета (цвет, текстура, некоторые особенности формы) и его положение на листе образуют побочный продукт, не связанный непосредственно с успехом действия.

После завершения первого задания испытуемому давалось следующее с целью проверки, какой опыт сложился у него в итоге выполнения пер-

вого задания. Точнее, выяснялось, в каких условиях испытуемые могут воспроизвести те свойства предметов, которые связаны с побочным продуктом действия.

В одном из конкретных вариантов своих экспериментов Я.А. Пономарев просил испытуемых образовать рисунок из фрагментов, находящихся на разных планках. Когда испытуемые выполняли задание, складывающийся рисунок был, естественно, прямым продуктом их действия, и после окончания опыта они легко могли вспомнить, какие рисунки они сложили. Расположение планок при решенной задаче не было непосредственно связано с целью, которую испытуемый преследовал, оно было побочным продуктом. Когда испытуемого просили сделать чертеж расположения планок или дать словесный отчет, он оказывался неспособным сделать это, по крайней мере в отношении последних задач. Однако это не означает, что побочный продукт не запечатлевается совсем: те же самые испытуемые могли верно воспроизвести расположение, раскладывая сами планки на столе в перевернутом виде, т.е. без опоры на рисунок.

Следовательно, в ходе нашей деятельности складывается не только сознательный, но и особый интуитивный опыт, который включает в себя то, что не связано с целью действия и по этой причине не находится в поле нашего внимания. Те свойства предметов, которые не попадают в поле нашего внимания, не исчезают для нас совсем, но и не доступны нашему сознательному контролю. Интуитивный опыт, складывающийся вне сознательного желания субъекта, проявляется только в его действиях.

Я.А. Пономареву удалось выявить и некоторые другие любопытные свойства интуитивного опыта. В ходе еще одного его эксперимента испытуемым давалась задача «Политипная панель», где от них требовалось надеть по определенным правилам серию планок на панель. Форма итогового расположения планок на панели была побочным продуктом действия. После того как испытуемые относительно легко выполняли задание, им давалась следующая задача, состоявшая в нахождении пути в лабиринте. Идея эксперимента заключалась в том, что оптимальный путь в лабиринте повторял по форме итоговое расположение планок в задаче «Панель». Результат оказался следующим: если в обычных условиях, проходя лабиринт, испытуемый совершал 70—80 ошибок, то после решения задачи «Панель» — не более 8—10. Самое удивительное, однако, состояло в том, что стоило только потребовать от испытуемого объяснить причину выбора пути в лабиринте, как число ошибок резко возрастало. Когда Я.А. Пономарев ставил этот вопрос своим испытуемым, совершившим до того 2—3 ошибки, на середине пути, во второй половине пути они совершали 25—30 ошибок [Пономарев, 1976, с. 200].

Основной теоретический вывод, который можно сделать из описанного эксперимента, состоит в том, что люди могут функционировать в различных режимах. В хорошо осознанном логическом режиме они не имеют доступа к своему интуитивному опыту. Если же в своих действиях они опираются на интуитивный опыт, то тогда они не могут осуществлять сознательный контроль и рефлексию своих действий.

При решении задачи, которая не является принципиально новой для субъекта, решающий, функционируя на логическом уровне, актуализирует нужные знания и создает адекватную модель. При столкновении с необычной задачей логические знания субъекта оказываются недостаточными. Тогда функционирование психического механизма, по выражению Я.А. Пономарева, «спускается» на более интуитивные уровни. В сфере интуиции опыт менее структурирован, но более богат, поэтому субъекту иногда удастся найти ключ к решению задачи. Это нахождение ключа, как и вся деятельность на интуитивном уровне, эмоционально окрашено. Если принцип решения на интуитивном уровне найден, субъекту нужно еще его оформить в виде хорошо структурированной модели, перевести на логический уровень. Решающий, как говорил Я.А. Пономарев, «карабкается» по уровням психологического механизма.

Теория Я.А. Пономарева позволяет объяснить описанные выше стадии творческого процесса. Вначале происходит подготовка: субъект безрезультатно использует логические методы решения. Затем наступает фаза созревания: решающий оставляет сознательные попытки, однако взамен включается интуитивный уровень мышления. Эта фаза может завершиться эмоционально окрашенным озарением. Затем остается вновь провести логическую работу по реализации замысла.

Мышление в семантически сложных областях и компетентность

Характерной чертой современной жизни является профессионализация наиболее высоких уровней интеллектуальной и творческой деятельности. Этот феномен связан с тем, что высшие достижения интеллекта относятся к семантически сложным областям, т.е. к таким сферам, где индивид оказывается уже перед фактом наличия множества предшествующих размышлений, идей, теорий. Например, человек, желающий заниматься психологией, оказывается перед областью, где много неизвестного, но много и уже полученных фактов, построенных теорий, выработанных методов. Человек, желающий сегодня стать профессиональным шахматистом, должен узнать о выработанных до него методах игры, дебютах, эндшпилях и т.д. Решение шахматистом отдельной задачи (нахождение хода) зависит от всего его предшествующего опыта решения подобных задач. В семантически сложных областях типа шахмат или области науки существуют задачи, по своей сложности превосходящие возможности решения человеком не только за короткий отрезок времени, но и в течение всей жизни. Такие задачи решаются коллективными усилиями человечества. Например, выявление законов динамики является интеллектуальной и творческой задачей, которая потребовала от человечества многовековых усилий. Исаак Ньютон, создавший последовательную теорию механики, признавая роль коллективного труда в своем открытии, говорил, что видел так далеко, потому что стоял на плечах у гигантов.

Мышление в семантически сложных областях включает в себя длительный процесс освоения содержания области. Если мы будем при помощи тестов измерять интеллект у людей разного возраста, то выявим следующую закономерность. До 17—18 лет интеллект по мере взросления человека повышается. Затем в течение некоторого времени показатели остаются неизменными, после чего происходит снижение интеллекта с возрастом. Разные тесты имеют несколько разные графики. По тем тестам, которые предполагают использование накопленного опыта, показатели испытуемых позже достигают максимума и значительно позже начинают снижаться. Способность же решать задачи на выявление связей, не относящихся к прошлому опыту, раньше формируется, но и обнаруживает тенденцию к снижению в более раннем возрасте. На рис. 8.15 представлен график зависимости интеллекта, измеренного при помощи теста Равена, от возраста.

Как хорошо видно на графике, среди более интеллектуально развитых испытуемых снижение интеллекта происходит существенно позже и значительно слабее выражено, чем у менее развитых. Если интеллект достигает максимальных значений уже в очень молодом возрасте, то успех в интеллектуальной профессиональной деятельности приходит значительно позднее. Для того чтобы обладать сильным мышлением в сфере, например, математики и биологии, нужно не только быть умным человеком, но и овладеть рядом специальных умений. Герберт Саймон, исследуя шахматистов, предложил правило «десятилетней практики»: для достижения международного уровня человек должен заниматься шахматами не менее 10 лет. Максимального для себя результата человек достигает еще позднее. Исследования выявили аналогичные закономерности и в других профессиональных сферах. Отсюда следует, что наиболее круп-

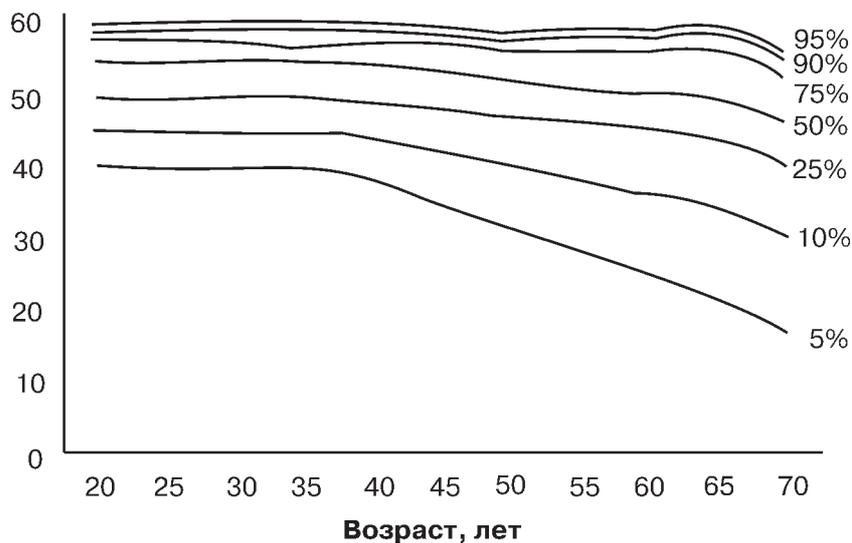


Рис 8.15. Возрастная динамика показателей теста Равена.

ные результаты в профессиональной деятельности люди демонстрируют обычно после 35 лет.

Д. Саймонтон на основании изучения биографии 2026 ученых установил, что выход на уровень высших профессиональных достижений происходит в среднем в возрасте от 37-38 (для химиков, математиков и физиков) до 42 лет (для медиков и представителей наук о Земле). Саймонтон считает, что достижения связаны не столько с возрастом ученого, сколько с продолжительностью его карьеры. Те ученые, научная карьера которых началась не в 20, а в 30 лет, по мнению Саймонтона, придут к своим высшим достижениям не в 40, а в 50 лет и будут продуктивными до более позднего возраста. В шахматах пик успехов достигается несколько раньше, чем в науках, и приходится в среднем на 35-летний возраст. Аналогично практическая мудрость, умение ориентироваться в жизненных ситуациях еще долго развивается после того, как формирование психометрического интеллекта завершилось. Недаром Конституция США разрешает баллотироваться на пост Президента страны людям не моложе 35 лет.

Возникает вопрос о психологической структуре компетентности и процессе ее формирования. Первое, наиболее простое предположение может заключаться в том, что человек в процессе профессионализации накапливает знания, которые и позволяют ему более успешно решать возникающие задачи. Однако, как оказывается, дело не только и не столько в знаниях. Более того, между объемом знаний и способностью порождать новые идеи существует следующая характерная зависимость (рис. 8.16).

Для порождения новых идей оптимальным оказывается средний уровень знаний. При меньшем уровне объем материала оказывается недостаточным, слишком же большой тоже тормозит собственные идеи. Кстати, многократно цитируемый в этой книге Жан Пиаже в одном интервью, отвечая на вопрос о своей креативности, сказал, что одно из его правил —

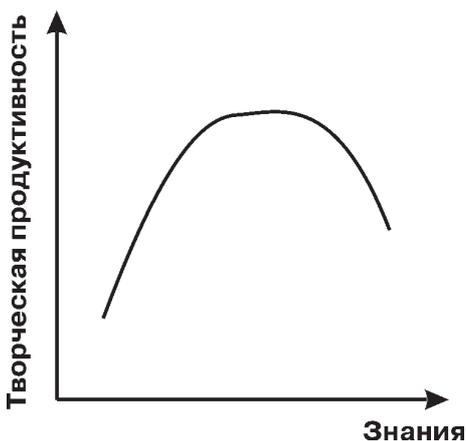


Рис. 8.16 Связь знаний и творческой продуктивности.

при подготовке исследования не читать ничего из области исследования. После того как исследование проведено, необходимо познакомиться с тем, что сделано коллегами, соответствующим образом отнестись к этому и т.д. Но чтение работ до создания собственного замысла убивает оригинальные идеи.

Если не большой объем знаний приводит к увеличению способности профессионала ставить и решать задачи в своей области, то что же? Может быть, возрастают общие когнитивные способности, интеллект, память? Во время международного турнира по шахматам в Москве в

1925 г. нескольким советским психологам удалось провести психологические тесты на представителях мировой шахматной элиты. Эти исследования показали, что общие, не относящиеся к шахматам, способности выдающихся шахматистов практически не выходят за пределы средних. Удивительно высокие результаты они показывают лишь при решении задач, связанных с игрой в шахматы.

За счет чего же профессионалы оказываются способными необычайно эффективно решать задачи в своей области, если дело здесь не в более высоком общем интеллекте и не в знаниях? Свой вариант ответа на этот вопрос предложил Саймон. Он попытался исследовать мышление профессионала на модели мышления шахматиста. Саймон воспользовался уже проведенной к тому времени работой голландца А. де Гроота, который обнаружил, что высококвалифицированные шахматисты (мастера и гроссмейстеры) не очень превосходят менее сильных игроков скоростью, глубиной и широтой расчета вариантов, но зато демонстрируют исключительную шахматную память*. Гроот, предъявляя сложные позиции на короткое время (2—10 с), показал, что квалифицированные шахматисты правильно воспроизводят положение значительно большего количества фигур на доске (рис. 8.17).

Саймон предположил, что дело здесь не в самих по себе способностях кратковременной памяти шахматистов, а в том, что они обладают большим количеством паттернов, описывающих типичные пешечные и фигурные структуры на шахматной доске. Столкнувшись с новой позицией, хороший шахматист видит не 20—30 разрозненных фигур, а несколько знакомых конфигураций, каждая из которых включает определенное число фигур и пешек. Эти несколько конфигураций не переполняют кратковременную память и могут быть правильно воспроизведены.

Свои рассуждения Саймон подкрепил экспериментами и компьютерным моделированием. Дополнив эксперименты Гроота, он показал, что хорошие шахматисты действительно показывают высокие результаты при воспроизведении осмысленных позиций, однако они не отличаются от новичков, если фигуры расставлены на доске в случайном порядке.

По оценкам Саймона, мастера при воспроизведении позиций запоминают в среднем 7,7 паттернов по 3,8 фигур в каждом. Игрок класса А (примерно 2-й разряд по отечественной классификации) воспроизводит 5,7 паттернов по 2,6 фигур. По мнению Саймона, результаты мастеров могут быть объяснены наличием у них в долговременной памяти порядка 50000 типичных паттернов позиций фигур на доске. Предполагается, что с каждым паттерном в памяти игрока ассоциируется определенный план действий, что и объясняет успешность мастеров и гроссмейстеров в нахождении хороших ходов.

Свою идею Саймон трактует широко: по его мнению, профессионалы в разных областях — управленцы, ученые, врачи и т.д. — в результате мно-

* Известно, например, что Александр Алехин помнил все партии (несколько тысяч), сыгранные им в турнирах. Михаил Таль после окончания тура, где он сам играл партию, диктовал по памяти машинистке тексты всех сыгранных партий.

Мышление в сложных семантических областях и компетентность

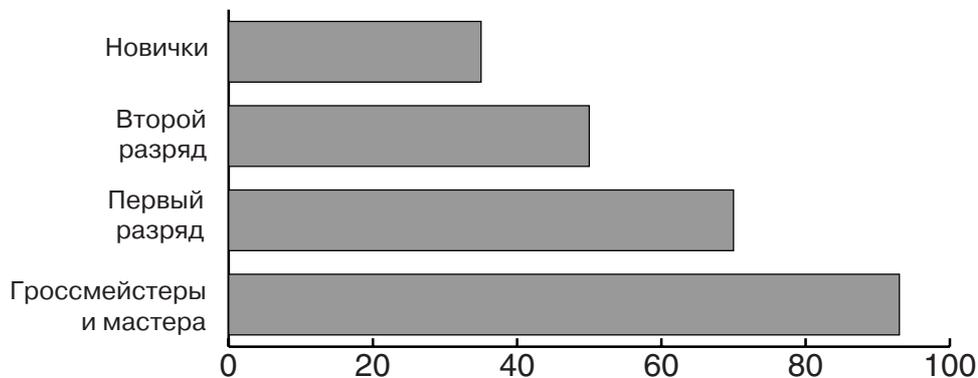


Рис 8.17. Успешность воспроизведения позиции на шахматной доске шахматистами различной квалификации.

голетней практики образуют в своей долговременной памяти тысячи схем, позволяющих им структурировать явления в сфере их профессиональной деятельности. Эти схемы не являются знаниями в собственном смысле слова, они не формулируются и не осознаются субъектами. Схемы срабатывают очень быстро, за доли секунды, в результате чего профессионал «видит» наиболее существенные аспекты ситуации, быстро в ней ориентируется и запоминает.

Поскольку схемы не являются осознанными, они не могут быть сообщены одним человеком другому, а могут быть лишь выработаны в результате длительной тренировки. С этим же связана и проблема формулировки экспертом своих знаний, с которой столкнулись исследователи искусственного интеллекта, точнее экспертных систем. Оказалось, что специалисты не могут сформулировать те принципы, на основании которых они принимают правильные решения на практике. Например, врачи, обладающие хорошими способностями в диагностике заболеваний, не могут передать свои навыки компьютеру, поскольку сами не вполне осознают, за счет чего они правильно ставят диагноз. С позиции Саймона все это объясняется неосознанными схемами в долговременной памяти эксперта.

Формирование набора схем в долговременной памяти после работ Саймона признается важной стороной мышления эксперта, однако не объясняет полностью его возможностей. Профессионалы высокого класса, творцы в своей области обладают своей индивидуальностью, собственным методом. Великий философ и ученый Рене Декарт оставил нам очень интересные рассуждения о причинах своих творческих достижений. Декарт, вполне сознававший масштаб своих открытий, с удивительной скромностью признает, что не обладает феноменальными способностями. Он пишет: «Что касается меня, то я никогда не считал свой ум более совершенным, чем у других, и часто даже желал иметь столь быструю мысль, или столь ясное и отчетливое воображение, или такую обширную и надежную память, как у некоторых других» [Декарт, 1989, с. 251]. Од-

нако как же ему, Декарту, удалось сделать в науке больше этих «некоторых других» с более быстрым умом, ясным воображением и обширной памятью? Декарт продолжает: «Однако не побоюсь сказать, что, по моему мнению, я имел счастье с детства ступить на такие пути, которые привели меня к соображениям и правилам, позволившим создать метод, с помощью которого я могу, как мне кажется, постепенно усовершенствовать мои знания...»

«Те, кто мало-помалу открывает истину в науке, схожи с теми, кто, становясь богаче, тратит меньше труда на большие приобретения, чем они ранее тратили на гораздо меньшие, когда были бедны. Их можно сравнить с полководцами, силы которых обычно умножаются по мере одерживаемых ими побед...» [Там же, с. 289].

Научная компетентность рассматривается Декартом как аналог денежного капитала. Капитал обладает способностью сам увеличивать себя. Человек, заработав деньги один раз, с гораздо большей легкостью начинает их зарабатывать, опираясь на свой капитал. Подобно этому, решив научную проблему, ученый не просто увеличивает свое знание, он развивает свой метод, с помощью которого совершаются новые открытия. Решенная задача оказывается средством решения новых задач. Научная компетентность, как и капитал, оказывается некоторой машиной, которая включает не просто схемы, структурирующие материал, но и предполагает выработку метода, т.е. определенных способов действия при постановке и решении научных задач. Метод Декарта, как его формулировал сам его создатель, состоял в том, чтобы не принимать на веру идеи без собственного исследования, начинать с простого и полностью ясно для интуиции, держать в голове связь всех положений, в каких-то случаях использовать, а в каких-то — не использовать воображение для помощи разуму и т.д. [Там же, с. 77—153]. Однако, по-видимому, осознанная часть этого метода отнюдь не исчерпывает его, и никто еще не стал великим ученым, освоив метод Декарта по его книгам.

В то же время каждый значительный ученый в процессе многих лет научной работы вырабатывает свой индивидуальный метод, включающий как определенный подход, видение научных проблем в своей области, так и многие другие вещи: как и когда читать, как и когда писать статьи и книги, как работать с учениками и коллегами, как организовать свой быт и т.д. Это относится не только к ученым. Автору этих строк пришлось как-то услышать от экс-чемпиона мира по шахматам М.М. Ботвинника, что тому удалось в течение ряда лет играть в шахматы сильнее всех в мире, потому что он открыл метод — разработку дебюта с прицелом на стратегические идеи миттельшпиля.

Решение комплексных задач

В настоящее время одной из наиболее интенсивно развивающихся областей когнитивной психологии является изучение способности человека к решению комплексных задач — задач по изучению сложных динамических систем и по управлению ими. Развитие общества характеризуется все возрастающей динамичностью; человечество вовлекает себя во все новые, более широкие и сложные сети различных взаимодействий (экологических, технологических, информационных, социальных, политических и т.д.). Поэтому возникла необходимость понять, как человек решает такие проблемы, где необходимы знания во многих научных и практических областях, учет намерений и действий других людей — партнеров, союзников и противников, способность собирать разнообразную информацию из множества источников и принимать сразу много решений в условиях ограниченного времени. Примеров разнообразных видов деятельности по решению комплексных проблем в современном обществе очень много — начиная с того, как дети осваивают компьютерные среды, и кончая тем, как большие коллективы высококвалифицированных специалистов пытаются реализовать новейшие — космические, ядерные и т.п. — проекты.

С психологической точки зрения, решение комплексных задач (РКЗ) характеризуется следующим [Дернер, 1997; Функе, Френш, 1995; Frensch, Funke, 1995]. Эти задачи являются новыми для решающего и содержат множество нечетко сформулированных условий и целей. Объектом деятельности решающего являются динамически изменяющиеся среды, содержащие большое число компонентов с неизвестными и неочевидными, «непрозрачными» множественными связями. Эти связи организованы по принципу *причинных сетей*, а не отдельных цепей. (Как пишет один из ведущих исследователей в этой области Дитрих Дернер [1997, с. 106], в сложной системе имеет место переплетение зависимостей по типу пружинного матраса: если потянуть в одном месте, в движение приводится практически все; если надавить в другой точке, произойдет то же самое.)

Решение комплексных задач включает когнитивные, эмоциональные, личностные и социальные способности и знания решающего. Одной из наиболее важных является способность анализировать и учитывать сразу множество разнородных факторов и делать многое одновременно. Но человек относительно легко овладевает лишь системами с малым числом факторов, однозначными связями между ними и простой, линейной динамикой изменений. (Дебатируется вопрос, обусловлено ли это ограничение мышления человека генетическими характеристиками или внешней средой — например, особенностями обучения.) Люди без особого труда могут прогнозировать события при равномерном росте какого-либо количественного показателя. Но если этот показатель изменяется, например, в геометрической прогрессии, то они начинают делать очень грубые ошибки, недооценивая или переоценивая это изменение. Мало кто может без калькулятора правильно оценить, какими будут уровень заболеваемости

СПИДом или количество наркоманов через несколько лет, даже если знает их наличный уровень и темпы роста.

Кроме того, люди испытывают большие трудности, когда нужно учитывать не отдельные факторы, а их единую систему, целостную сеть их множественных взаимодействий. Человек часто не принимает во внимание то, что, делая что-то одно, он на самом деле воздействует на множество самых разных объектов, связанных между собой. В результате он сталкивается с побочными и отдаленными следствиями, прямо противоположными его целям. Например, городской муниципалитет в целях озеленения города запрещает жителям срубать в своих дворах деревья старше 10 лет. Но это приводит к уменьшению числа деревьев! Жители срубают почти все насаждения моложе 10 лет — ведь они знают, что потом этого сделать уже не удастся, а выросшие деревья станут мешать (это пример из книги Дернера [Дернер, 1997]). Аналогично, борьба с грызунами — вредителями полей приводит к увеличению числа других вредителей — насекомых, рост числа которых раньше сдерживали грызуны, а также к увеличению количества случаев нападения хищников на домашний скот, поскольку теперь им не хватает добычи в виде грызунов.

Подходы к изучению решения комплексных, полисистемных задач формировались в определенной мере под влиянием противостояния решению задач другого, моносистемного типа. Моносистемные задачи удовлетворительно описываются в рамках какой-либо, пусть весьма сложной, но одной системы. Прежде всего, сюда относятся задачи четко сформулированные, корректно поставленные, не только максимально удобные для алгоритмического представления, но и алгоритмически разрешимые. Комплексные задачи содержат в себе множество нечетко сформулированных, некорректно поставленных задач, а также корректно поставленных, но алгоритмически неразрешимых (о чем было сказано выше). Из-за этого противостояния подходов некоторые принципы решения комплексных задач формулируются как отрицания того, что при решении моносистемных задач допускается, и как разрешения на то, что при решении моносистемных задач запрещается.

Ниже приводится следующий перечень основных представлений, которыми руководствуются при анализе решения комплексных задач.

1. В ходе взаимодействия с комплексными динамическими системами человек должен учитывать, что структура их связей и зависимостей представляет собой изменяющуюся сеть, охватывающую все их компоненты. При этом комплексная система характеризуется внутренней динамикой существенного — изменениями собственных системообразующих свойств и зависимостей, т.е. изменениями не только на уровне конкретных проявлений, но и на уровне своей сущности (со временем система становится качественно иной). В поведении и развитии комплексной динамической системы всегда есть значимая доля принципиально неустраняемой неопределенности и непредсказуемости.

2. Одним из основных средств исследования сложной динамично изменяющейся реальности, где высока степень неопределенности исходов, дол-

жна быть соответствующая система динамично изменяющихся, гибких, разнообразных и даже противоречивых средств познавательной деятельности — целей, гипотез, стратегий их проверки, используемых орудий и т.д. Использование этих средств может и должно вести к разнообразным, в том числе неоднозначным результатам, не только к уменьшению, но и к увеличению неопределенности. Неопределенность дает больше степеней свободы для развертывания познавательной деятельности, что принципиально необходимо на ряде ее этапов.

3. Принцип динамики существенного относится не только к самой системе, но и к деятельности человека: характеристики этой деятельности также обладают варьирующей существенностью и подчиняются принципу потенциальной существенности любого компонента [Завалишина, 1985]. Те компоненты или характеристики деятельности, которые были не важны в одних условиях, могут оказаться жизненно важными в других условиях.

4. Не существует общих универсальных правил исследования сложных систем и управления ими. Эффективные правила могут быть выделены, но они будут с неизбежностью достаточно локальны и принципиально зависимы от контекста, от особенностей конкретной ситуации. В предельном случае несколько малозаметных уникальных нюансов ситуации могут привести к тому, что применение общего правила, всегда приводившего к успеху, вызовет эффект, прямо противоположный ожидаемому, — вплоть до катастрофы. Внимание к деталям — важнейшая особенность РКЗ.

5. Алгоритмы деятельности (строгие однозначные предписания по ее выполнению) рассматриваются как самый частный вид исследовательских стратегий. Более общее значение имеют эвристики разной степени неопределенности.

6. Эффективным орудием познания сложных систем, характеризующихся комплексностью, динамичностью, неопределенностью, непредсказуемостью, являются не только знания, зафиксированные в виде теоретических понятий разной степени абстрактности, строгости и точности. Не менее эффективными орудиями являются понятия нестрогие и нечеткие, построенные на основе эмпирических, а не теоретических, обобщений, а также динамические образные представления, которые трудно, невозможно, а также и нецелесообразно фиксировать в виде строгих и точных понятий и устойчивых классификаций.

7. Рассуждения по принципу восхождения от абстрактного к конкретному, выведения частного из универсального общего (дедуктивные выводные рассуждения) имеют ограниченную применимость. Не меньшее значение имеет хорошо известная индукция, а также менее известная абдукция (гибкие рассуждения, направленные на последовательное осмысление и интеграцию поступающих данных в такую модель ситуации, которая дает наилучшее на текущий момент объяснение).

8. Теоретические модели сколь угодно высокого уровня принципиально ограничены. Для эффективного исследования сложных динамических

систем необходимы разнообразные поисковые пробы — реальные взаимодействия с системой, а не только теоретическая деятельность с ее абстрактными моделями. Результат этого поиска не может быть известен заранее. Часть проб должна осуществляться в виде поиска, не подчиняющегося строгой системе, в том числе случайного поиска внутри системы, а также в виде разнообразных выходов в иносистемное. Это необходимо не менее, чем поиск последовательный, упорядоченный, осуществляемый в соответствии с выбранной системой любой степени общности.

9. При исследовании сложной системы необходимо множественное целеполагание — постановка разнообразных, разнотипных и разноуровневых целей, связанных с различными подсистемами, сторонами, аспектами изучаемой комплексной динамической системы. Постановка одной цели принципиально недостаточна, сколь бы конкретной или, наоборот, общей она ни была. Часть этих разнообразных целей неизбежно конкурирует между собой (как минимум, за отводимое на их достижение время).

10. Основными эмоциональными состояниями человека при исследовании сложных систем являются неуверенность, сомнение, готовность принять двойкие (прогнозировавшиеся и непрогнозировавшиеся) результаты действий, и т.д. Эти эмоциональные состояния отражают принципиальную невозможность нахождения единственного обоснованного, «самого правильного со всех точек зрения» выбора — выбора единственного общего подхода, единственной цели, единственной гипотезы, единственного метода, единственного критерия оценки результата и т.д.

11. Результаты деятельности человека со сложной системой, взаимодействия с ней не могут быть предсказаны полностью, исчерпывающим образом. Для этого взаимодействия характерна множественность результатов. Получение продуктов с заранее заданными свойствами, и только их одних, невозможно. Наряду с прямыми, прогнозируемыми результатами образуются разнообразные побочные, непредсказуемые продукты. Так, следствием непредсказуемости результатов поисковых проб являются: неожиданные открытия ранее не известного и не предполагавшегося; ошибки разной степени тяжести (в ряде случаев — фатальные). В ходе взаимодействия с комплексными динамическими системами изменяется и сам субъект, причем также в значительной мере непредсказуемым и комплексным образом: развиваясь (или, наоборот, деградируя) в анатомо-физиологическом, социальном, познавательном, эмоциональном и личностном отношении.

Остановимся на некоторых из этих проблем подробнее.

Конкуренция множественных целей

Ярким примером неизбежной конкуренции целей при решении комплексных задач, которая может приводить к фатальным последствиям, являлось следующее требование к советским летчикам в начале Великой Отечественной войны. Прикрывая от нападения с воздуха определенный рай-

он, они должны были держаться в воздухе как можно дольше, поскольку самолетов катастрофически не хватало. Требование максимальной длительности полета означало, что нельзя было летать на максимальной скорости, эксплуатируя двигатель на полную мощность, — быстро выгорало топливо. Но чем меньше скорость самолета, тем легче его сбить. От решения этой задачи о конкурирующих целях — летать дольше и летать быстрее — зависела жизнь летчика и тех, кого он защищал.

Наиболее адекватным сущности комплексных динамических систем является гибкая динамика целей и подцелей, изучаемая в смысловой теории мышления О.К. Тихомирова. Ключевым понятием этой теории является понятие динамической смысловой системы (впервые введенное Л.С. Выготским). Оно позволяет описывать важнейшие аспекты мыслительного процесса: зарождение и развитие смыслов ситуации в целом и ее разнотипных элементов, смыслов конечной цели, промежуточных целей и подцелей. В соответствии с этой теорией, множественное целеобразование, зарождение и развитие разноуровневых и разнотипных смыслов и целей происходит благодаря выявлению все новых связей и отношений в изучаемой человеком комплексной системе в процессе множественных разнотипных проб, попыток и переобследований [Бабаева, Васильев, Войскунский, Тихомиров, 1999; Тихомиров, 1984].

Практическое и теоретическое мышление в решении комплексных задач

При решении комплексных задач практическое мышление важно не менее, а в ряде отношений и более, чем мышление теоретическое [Теплов, 1985; Акимова, Козлова, Ференс, 1999]. Теоретическое мышление направлено на решение чисто умственных, познавательных задач, связанных с раскрытием наиболее общих принципов и законов. Время их решения мало ограничено внешними требованиями. Практическое мышление направлено не на поиск универсалий, а на решение конкретных практических задач. Оно связано с планированием и проектированием в условиях дефицита времени; с организацией социальных взаимодействий, необходимых для достижения цели; со способностью видеть детали и уникальные особенности конкретной ситуации, изобретать действия, которые отклоняются от общих абстрактных схем и соответствуют особенностям именно данной ситуации.

В практическом мышлении теоретические обобщения как отражение закономерных устойчивых свойств уступают свое место обобщениям другого типа — эмпирическим. В них отражается многоаспектность, многокачественность и динамика изучаемых объектов. Эмпирические, комплексные обобщения позволяют осуществлять синтез уникальных существенных характеристик, присущих разным сторонам объекта и условий деятельности [Завалишина, 1985, с. 201]. Кроме того, практические эмпирические обобщения, в отличие от теоретических, отражают не только свойства исследуемого объекта, но и отражают характеристики взаимодействия исследуемого

дователя с ситуацией, куда включаются условия и средства действия, а также некоторые характеристики самого субъекта [Мазилев, 1999]. Это больше соответствует современному фундаментальному общенаучному положению о неустранимом влиянии исследователя на объект изучения, чем представления о возможности и необходимости выделения теоретической сущности объекта в «чистом виде».

В теоретическом мышлении важнейшую роль играет выведение всего разнообразия частных и единичных случаев из теоретически построенного центрального ядра, образованного небольшим количеством исходных аксиом, постулатов, принципов. Это чрезвычайно эффективный метод познания, но, как оказалось, он имеет ряд принципиальных ограничений в отношении исследования сложных систем. Межсистемные взаимодействия физического, биологического и социального мира находятся на таком уровне развития, который в принципе не позволяет однозначным и исчерпывающим образом, на основе выделенной теоретической абстракции сколь угодно высокого уровня, реконструировать историю «населяющих» этот мир реальных конкретных систем, оценивать их актуальное состояние и прогнозировать будущее. Здесь возможны лишь локальные и неполные решения.

Разумеется, научные теоретические знания являются очень важным элементом решения целого ряда комплексных практических задач — например, задач разработки новых технологических промышленных систем, военных систем и т.д. Однако эти теоретические знания и методы включены в решение комплексных задач в качестве одного из средств, но не основной цели деятельности.

Обучение решению комплексных задач

Здесь мы рассмотрим обучение в двух аспектах: стихийное (стихийное выявление и освоение способов решения конкретной комплексной задачи в процессе самих попыток решения); специально организованное РКЗ под руководством преподавателей.

Для обоих аспектов важнейшее значение имеет анализируемое Д.Э. Бродбентом различие между двумя видами научения: явным (вербальным, осознаваемым) и неявным (невербальным, малоосознаваемым или же неосознаваемым). Речь идет о несоответствиях и противоречиях между: уровнем практической деятельности по исследованию и управлению сложной системой и уровнем вербального описания ее работы и вербального описания деятельности с ней. А именно: тот, кто хорошо управляет системой, в большинстве случаев хуже ее описывает, и наоборот.

Подтверждением сказанному служат многочисленные эксперименты следующего типа. Испытуемому предлагается достигнуть некоторую цель в новой для него системе, управляя рядом параметров. Эти параметры связаны между собой «непрозрачными», неизвестными испытуемому зависимостями. (Например, в одной из самых простых задач предлагается

удерживать производство заданного объема сахара на фабрике, изменяя число рабочих). После этого этапа практического исследования и управления испытуемому предлагается дать словесное описание системы и прогноз ее поведения при различных внешних воздействиях. Оказалось, что среди испытуемых выделяются две преобладающие группы: те, кто хорошо справляется с управлением, но значительно хуже — с вербальным описанием и прогнозом поведения системы; те, кто далеко не блестяще справляется с управлением, но при этом хорошо отвечает на вопросы о реакциях системы.

Фактически речь идет о явлении, принципиально сходным с тем, которое было рассмотрено в разделе «Исследовательское поведение»: об отрицательной корреляции между поиском различных способов практического воздействия на объект и способностью дать словесный ответ на четко поставленный вопрос об этом объекте. Наиболее фундаментальной причиной этих несоответствий и обратных зависимостей является, как предполагают, межполушарная функциональная асимметрия мозга (относительное доминирование левого или правого полушария). Установлено, что тип доминирования отражает фундаментальные особенности мозговой организации. При доминировании одного полушария усиливаются одни стратегии и ослабляются другие, при доминировании другого — имеется обратное соотношение. При этом левое и правое полушария функционируют всегда совместно, и можно говорить лишь об относительном преобладании того или иного «набора» стратегий [Хомская и др., 1997, с. 243].

Левополушарное мышление носит преимущественно аналитический, а не синтетический характер. Для него характерна последовательная, поэтапная обработка небольших порций однородной информации с высокой точностью на основе преимущественно дедуктивного логического вывода. В целом, стратегии переработки информации левым полушарием характеризуются как вербально-логические, абстрактно-схематические, аналитические, сукцессивные (последовательные), сознательные. Левополушарное мышление создает более однозначные, простые, внутренне непротиворечивые и «оптимистичные» модели реальности.

Правополушарное мышление носит преимущественно синтезирующий, а не аналитический характер. Для него характерна параллельная, одновременная обработка больших массивов разнородной и разноуровневой информации, в том числе высокой неопределенности и сложности, в реальном масштабе времени. Оно стремится охватить в целостной картине все многообразие элементов и связей реальности, в том числе и тех, которые выглядят противоречивыми и взаимоисключающими, что создает многозначный контекст. Для правополушарного мышления характерен индуктивный стиль, внимание к случаям, а не правилам, к отклонениям от схемы, к непредказуемости. Оно работает преимущественно на материале, нагруженном образными представлениями, больше связано с интуицией и творчеством. В целом, стратегии переработки информации правым полушарием характеризуются как образные, конкретные, синтетические, си-

мультианные (одновременные), с высокой долей бессознательного [Ротенберг, Бондаренко, 1989; Хомская и др., 1997; Иванченко, 1999].

Итак, правополушарное мышление определяет «синтетичность» стиля мышления, что и обуславливает его роль при решении комплексных («синтетических») задач.

Д.Э. Бродбент доказывает, что вербальные и невербальные знания приобретаются в основном разными путями — через вербальное обучение или же через практический опыт — и развиваются относительно независимо.

Специально организованное обучение решению комплексных задач включает три основных направления.

- Формирование у учащихся системного типа ориентировки в изучаемой области, при котором эксперт-преподаватель выделяет для учеников системообразующие свойства, связи и зависимости этой области. Это позволяет ученикам анализировать конкретные задачи и строить их решения с точки зрения основных законов и правил в данной области [Решетова, 1985].
- Организация самостоятельного исследовательского учения, которое осуществляется через деятельность с новым сложным объектом или системой без непосредственного участия преподавателя («учение без инструкций» — *instructionless learning, learning-by-doing*) [Funke U., 1995]. Преподаватель представлен в обучении неявно — через содержание отобранных или специально разработанных им учебных объектов и ситуаций, но не дает каких-либо рекомендаций и непосредственно в ход деятельности ученика не вмешивается.
- Комбинированные методы обучения, сочетающие этапы самостоятельного, без участия преподавателя, исследования новых неизвестных объектов и управления ими с этапами целенаправленного обучения под руководством экспертов [Funke U., 1995]. Эксперты передают учащимся свои знания и стратегии как в явно сформулированном и четком виде, так и в виде нечетких рекомендаций, интуиций и слабоосознаваемых приемов деятельности, воспринимаемых учащимся тоже как на осознаваемом уровне, так и на уровне интуиций (уровне неявного знания).

Основной проблемой обучения решению комплексных задач является обеспечение переноса полученных знаний и усвоенных приемов на как можно более новые и более сложные задачи. Остается неясным, как можно научить решать новые, неизвестные экспертам задачи с помощью набора известных методов? Как вообще можно порождать новое на основе старого?

Здесь проблема обучения решению комплексных задач наиболее тесно смыкается с одной из главных проблем психологии мышления вообще и особенно психологии творческого мышления — с проблемой новизны. Ее сложность определяет основную сложность формирования творческих способностей (способностей порождать существенно новое) [Брушлинский,

1996]. Эта проблема принципиально не может иметь такого решения, которое бы гарантировало успех обучения на 100%. Творчество нельзя сформировать «с заранее заданными свойствами». Можно лишь создать условия для его самоактуализации и саморазвития, для самовоспитания творческой личности [Смирнов, 1995].

Чем более нова, сложна и динамична область, с которой придется иметь дело учащемуся, тем больший удельный вес в успехе обучения будут иметь и талант преподавателя, и талант ученика. Талант же непредсказуем — это одна из его сущностных характеристик. Соответственно результаты обучения решению комплексных задач всегда будут содержать большую или меньшую долю непредсказуемости.

Приложение

Мышление и логика

Мышление исследует не одна лишь психология. Им занимаются также, например, логика и теория познания. В чем же различие предметов этих наук? С.Л. Рубинштейн писал: «В теории познания речь идет о проанализированности, обобщенности и т.д. продуктов научного мышления, складывающихся в ходе исторического развития научного знания; в психологии речь идет об анализировании, синтезировании и т.д. как деятельности мыслящего индивида» [Рубинштейн, 1981, с. 72]. Итак, психология занимается процессом мышления, а логика и теория познания — его продуктом. Нужно, однако, уточнить, что мы здесь понимаем под продуктом. Допустим, мы доказываем теорему о том, что точка пересечения медиан треугольника делит их в отношении 2:1. Под продуктом мышления мы должны понимать не один лишь конечный результат, а всю цепочку вывода — от данных условий к доказанному заключению. Процесс же, изучаемый психологией, заключается в выделении нужных свойств геометрических объектов, создании умственной модели и т.д. Процесс мышления может приводить, а может и не приводить к появлению логически правильного продукта. На практике для психологического изучения ошибки часто оказываются более интересными, чем правильное мышление, поскольку они яснее указывают на особенности функционирования механизма мышления.

Логика

Основоположником науки логики в западной традиции считается Аристотель, который посвятил ей несколько своих работ: «Органон», «Первая аналитика» и др. С точки зрения сегодняшнего дня, Аристотель выступает создателем лишь одного из направлений логики — силлогистики. Сам Аристотель считал, что он создал общую теорию вывода одних суждений из

других. Однако сегодня силлогистика выглядит частным случаем такого вывода. Простой категорический силлогизм, по Аристотелю, включает две посылки, из которых делается заключение. Например:

*Все насекомые — животные.
Все комары — насекомые.
Следовательно, все комары — животные.*

Важное событие в истории логики произошло в 1854 г., когда английский математик Джордж Буль опубликовал работу, в которой он описывал законы, управляющие мышлением. Согласно Булю, мысли являются утверждениями или пропозициями, которые могут сочетаться между собой определенным образом для получения новых утверждений. Буль предложил обозначать утверждения символами (например, буквами латинского алфавита — p , q и т.д.). Высказывания могут соединяться между собой различными коннекторами. Буль рассмотрел несколько таких коннекторов: «и», «или», «не».

Каждое утверждение может быть истинным или ложным. Истинность сложного высказывания, включающего в себя несколько простых, зависит от истинности этих простых. Например, высказывание «Вильгельм Вундт был основателем экспериментальной психологии и был негром» истинно в том и только том случае, если истинны высказывания «Вильгельм Вундт был основателем экспериментальной психологии» и «Вильгельм Вундт был негром». Поскольку второе из этих высказываний ложно, то ложно и сложное высказывание, связанное коннектором «и».

В дальнейшем американский философ, логик, математик и естествоиспытатель Чарльз Пирс предложил определять коннекторы при помощи так называемых таблиц истинности. Ниже в качестве примера приводится таблица для коннектора «и», где 1 обозначает истинное значение, а 0 — ложное.

$p \backslash q$	1	0
1	1	0
0	0	0

Очевидно, что логика Буля не распространяется на силлогистику Аристотеля — эти две системы описывают разные случаи умозаключений. Аристотель создал логику отношений между классами объектов, Буль — логику отношений между высказываниями.

Попытку обобщить систему логики предпринял в конце XIX века немецкий логик, математик и философ Готлоб Фреге. Для этого Фреге применил подход Буля не к высказываниям (пропозициям), а к их элементам. Пропозиции во всех известных языках строятся по одному принципу: они включают предикат и аргумент. Предикаты могут быть одно-, двух- или многоместными. Одноместный предикат относится к одному объекту, называемому аргументом. Двухместный предикат относится к двум аргумен-

там и т.д. Например, «быть добрым» — одноместный предикат, он описывает один объект: «Х добрый». «Быть больше» — двухместный предикат (например, «А больше В»). «Находиться между» — трехместный (например, Бологое находится между Петербургом и Москвой). Сами по себе предикаты еще не составляют суждения о мире; высказывания образуются лишь при сочетании предиката с аргументом, который выступает при этом в качестве переменной. При определенных значениях переменной (или переменных в случае многоместного предиката) высказывание с данным предикатом становится истинным, при других — ложным. Например, высказывание с предикатом «быть больше» истинно в случае «Останкинская башня больше Эйфелевой». Высказывание же «Тула больше Санкт-Петербурга» ложно. Для записи пропозиций в логике используется стандартная форма, где после предиката в скобках указываются его аргументы. Например, для приведенных выше высказываний стандартная форма записи будет следующей: «Быть больше» (Останкинская башня, Эйфелева башня); «Быть больше» (Тула, Санкт-Петербург).

Бертран Рассел и Альфред Уайтхед в известном труде «Principia Mathematica» на основе подхода Фреге осуществили попытку создания формализованной и аксиоматизированной теории.

Логическое умозаключение выводится не из одной пропозиции, а из нескольких, связанных между собой. Причем вывод зависит не от самих пропозиций, а от отношений между ними. Поэтому для правильного вывода мы можем заменить любую пропозицию на символическое выражение, при этом правильность вывода сохранится. Например, возьмем следующее умозаключение: «Если в Сиднее жарко, то в Москве идет снег. В Сиднее жарко. Следовательно, в Москве идет снег». Если мы обозначим высказывание о том, что в Сиднее жарко в виде символа p , а высказывание о снеге в Москве в виде q , то приведенное выше умозаключение можно представить в виде: Если p , то q . Имеет место p . Следовательно, q . Эта элементарная форма умозаключения получила в логике название *modus ponens*.

Для определения логики необходимо задать несколько вещей. Прежде всего нужно определить, какие формулы являются допустимыми внутри данной логики. Для этого необходимо задать: во-первых, набор или алфавит, символов; во-вторых, правила грамматики, позволяющие объединять символы в формулы. Логической системе необходимы также и правила вывода, позволяющие получить новые высказывания из старых. Для того чтобы правила вывода работали, необходим и некоторый набор исходных аксиом.

Например, исчисление высказываний можно задать следующим способом:

Алфавит

не — отрицание

& — конъюнкция

или — дизъюнкция

→ — импликация (если p , то q)

() — скобки

p, q, r — пропозициональные переменные

Грамматика

1. Любая переменная есть правильно построенная формула.
2. Если A — правильно построенная формула, то $\text{не-}A$ тоже правильно построенная формула.
3. Если A и B — правильно построенные формулы, то $(A \& B)$, $(A \text{ или } B)$ и $(A \rightarrow B)$ тоже правильно построенные формулы.

Аксиомы

1. $(p \rightarrow (q \rightarrow p))$
2. $((p \rightarrow (q \rightarrow r)) \rightarrow ((p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow r)))$
3. $(\text{не-не-}p \rightarrow p)$

Правила вывода

1. Если $A \rightarrow B$ и формула A выводима, то и B тоже выводимо (*modus ponens*).
2. Если имеется правильно построенная формула A , содержащая переменную p , то вместо всех вхождений p в A может быть подставлена любая формула B (правило подстановки).

Важное для учета психологической реальности логики замечание состоит в том, что в принципе любую логику можно задать множеством способов, различающихся набором аксиом и правил вывода. Изменив исходный набор аксиом, мы можем компенсировать это изменение за счет применения иных правил вывода. Эти логические системы будут обладать одинаковой мощью в отношении допустимого вывода.

Другой аспект логики заключается в том, что элементарным выражениям приписываются значения истинности, подобно тому, как это делал Буль. Через таблицы истинности могут быть определены логические операции. Аспект логики, связанный со значениями истинности ее выражений, носит название *логической семантики*.

Если в рамках логической системы может быть доказано любое истинное суждение, то такая система называется *полной*. Многие системы, например описанное выше исчисление высказываний, обладают свойством полноты. Однако попытки сведения математики к логике, т.е. представления математики в виде логической системы (например, создания формальной арифметики), обнаружили принципиальную неполноту. В этом смысл знаменитой второй теоремы Геделя.

Кроме аксиоматического задания логики существует так называемый *натуральный вывод*. На практике люди исключительно редко мыслят в соответствии с аксиоматической логикой. Мы часто считаем примером строгости мышления математику. Однако математика не только в ее школьном виде, но даже и в наиболее высоких ее образцах (скажем, XVIII или XIX века) не является аксиоматизированной наукой. Попытки аксиоматизации потребовали уже в XX веке огромных усилий таких умов, как немецкий математик Давид Гильберт. И сегодня в реальной практике доказательства математики обращаются к интуиции.

Приложение. Логика

Вывод, который люди применяют и который на практике считают доказательным даже в математике, основан на применении схем, являющихся семантически мотивированными аналогами правил вывода. Вот, например, некоторые из схем вывода, применяемых в исчислении высказываний.

Дано	Выводится
A, B	$A \& B$
A или B , не- A	B
$A \rightarrow B, A$	B
$A \rightarrow B$, не- B	не- A
$A \& B$	A
A	A или B
не- A	$A \rightarrow B$
не-не- A	A

Еще один существенный момент состоит в том, что, допуская различные кванторы и отношения элементов, мы можем получить совершенно различные логики. Если мы включаем кванторы необходимости, возможности и т.д., то получаем так называемые модальные логики. Если вводим квантор намерения, то получаются интенциональные логики. Например, мы знаем, что Гамлет хотел убить человека, стоящего за шторой. Человеком, стоящим за шторой, был Полоний. Однако из этого не следует, что возможна подстановка (см. пункт 2 из правил вывода рассмотренного выше исчисления высказываний). Гамлет не хотел убивать Полония. Гамлет считал, что за шторой скрывается король и хотел убить короля.

Классическая логика приложима к сфере постоянных, неизменных истин типа «Два плюс два равно четыре» или «Лебеди — это птицы». Однако далеко не все истины остаются неизменными. Например, высказывание «Институт психологии Российской Академии наук расположен по адресу Москва, Ярославская улица, дом 13» истинно на момент написания этого учебника. Однако оно не было истинным в начале 1970-х годов, а если Институт поменяет адрес, оно может оказаться ложным и в будущем. Также и высказывание «Не существует общепринятой психологической теории, описывающей решение логических задач людьми», хотя и является справедливым в 2001 году, в один прекрасный день, будем надеяться, станет ложным. Для описания такого рода истин может быть применен аппарат логик, называемых временными.

Наконец, существует вариант так называемых немонотонных логик, которые могут использоваться для описания ситуаций, где действуют правила с исключениями. Именно таких ситуаций подавляющее большинство

в нашей жизни. Например, скорее всего следует признать истинным суждение «Женщины любят получать в подарок цветы». Однако возможно, что где-нибудь в штате Алабама живет феминистка Мэри Смит, которая считает, что получать цветы от мужчины означает признавать неравенство полов, и оскорбляется, когда Джон Купер пытается ей их подарить.

Немонотонная логика может быть задана в виде логики «по умолчанию». В этом случае *modus ponens* (Если *p*, то *q*. Имеет место *p*. Следовательно, *q*.) принимается за правильное умозаключение «по умолчанию», то есть в том случае, если только *q* не относится заранее к множеству ложных высказываний. Тогда, например, из того суждения, что женщины любят цветы и Маша Иванова — женщина, можно будет вывести, что Маше будет приятно получить цветы, за исключением того случая, когда нам заранее известно, что Маша цветов не любит. Такое рассуждение выглядит похожим на то, как мы мыслим в реальной жизни.

Приведенное выше разделение наших рассуждений на несколько категорий и соотнесение их с разными типами логик не является единственно возможным. Однако важный для психологии вывод заключается в том, что существует не одна, а множество логик, причем эти логики имеют различные сферы практического приложения.

Литература

- Акимова М.К., Козлова В.Т., Ференс Н.А. Теоретические подходы к диагностике практического мышления // Вопросы психологии. 1999. № 1. С. 21—31.
- Бабаева Ю.Д., Васильев И.А., Войскунский А.Е., Тихомиров О.К. Эмоции и проблемы классификации видов мышления // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1999. № 3. С. 42—55.
- Бродский И. Нобелевская лекция // Стихотворения. Таллинн, 1991. С. 17—18.
- Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. М.: Мысль, 1979.
- Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение. М.: Изд. «Ин-т практической психологии», 1996.
- Гилфорд Д. Три стороны интеллекта // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. М.: Прогресс, 1965. С/ 433—456.
- Голицын Г.А. Информация и творчество. М.: Русский мир, 1997.
- Декарт Р. Сочинения: В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1989.
- Дернер Д. Логика неудачи: стратегическое мышление в сложных ситуациях. М.: Смысл, 1997.
- Дружинин В.Н. Психология общих способностей. М.: Лантерна Вита, 1995.
- Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. М.: Прогресс, 1965. С 86—234.
- Завалишина Д.Н. Психологический анализ оперативного мышления. М.: Наука, 1985.
- Иванченко Г.В. Принцип необходимого разнообразия в культуре и искусстве. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999.
- Келер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М.: МГУ, 1981. С. 235—249.
- Кудинов С.И. Полоролевые особенности любознательности подростков // Психологический журнал. 1998. № 1. С. 26—36.

Список литературы

- Ливер Б.Л.* Обучение всего класса. М.: Новая школа, 1995.
- Мазилев В.А.* Психология практического мышления: специфика обобщений и природа реализуемости знаний // Психологический журнал. 1999. № 4. С. 124—126.
- Пиаже Ж.* Избранные труды. М., 1969.
- Поддьяков А.Н.* Исследовательское поведение: стратегии познания, помощь, противодействие, конфликт. М., 2000.
- Пономарев Я.А.* Психология творчества. М.: Педагогика, 1976.
- Поппер К.* Логика и рост научного знания. М.: Прогресс, 1983.
- Пуанкаре А.* Математическое открытие // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 356—365.
- Решетова З.А.* Психологические основы профессионального обучения. М.: Изд-во МГУ, 1985.
- Ротенберг В.С., Бондаренко С.М.* Мозг. Обучение. Здоровье. М.: Просвещение, 1989.
- Рубинштейн С.Л.* Основы общей психологии. Т. 1. М.: Педагогика, 1989.
- Слово о полку Игореве. М.: Московский рабочий, 1975.
- Смирнов С.Д.* Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. М.: Аспект Пресс, 1995.
- Стернберг Р., Григоренко Е.Л.* Модель структуры интеллекта Гилфорда: структура без фундамента // Основные современные концепции творчества и одаренности / Под ред. Д.Б. Богоявленской. М.: Молодая гвардия, 1997. С. 111—126.
- Теплов Б.М.* Избранные труды: в 2-х т. М.: Педагогика, 1985.
- Тихомиров О.К.* Психология мышления. М.: Изд-во МГУ, 1984.
- Ушаков Д.В.* Проблемы и надежды франкоязычной когнитивной психологии. // Иностранная психология. 1995. № 5. С. 5—8.
- Функе И., Френш П.А.* Решение сложных задач: исследования в Северной Америке и Европе // Иностранная психология. 1995. № 5. С. 42—47.
- Хайнд Р.* Поведение животных: Синтез этологии и сравнительной психологии. М.: Мир, 1975.
- Харман Д.* Факторный анализ. М.: Финансы и статистика, 1973.
- Хомская Е.Д., Ефимова И.В., Будыка Е.В., Ениколопова Е.В.* Нейропсихология индивидуальных различий. М.: Российское педагогическое агентство, 1997.
- Шовен Р.* Поведение животных. М.: Мир, 1972.
- Beckmann J.F., Guthke J.* Complex problem solving: intelligence, and learning ability // Frensch P.A., Funke, J. (eds). Complex problem solving: the European perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1995. P. 177—200.
- Chapman L.J., Chapman J.P.* Illusory correlation as an obstacle to the use of valid psychodiagnostic signs // Journal of abnormal psychology. 1969. Vol. 74. P. 271—280.
- Fein G.G.* Child development. N.J., 1978.
- Frensch P.A., Funke J. (eds).* Complex problem solving: the European perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1995.
- Fodor J.* The modularity of mind. Cambridge Mass., MIT Press, 1983.
- Funke U.* Using complex problem solving tasks in personnel selection and training // Frensch P.A., Funke J. (eds). Complex problem solving: the European perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1995. P. 219—240.
- Inagaki K.* Effects of object curiosity on exploration learning in young children // Psychological reports. 1978. Vol. 42(3). P. 899-908.

- Johnson-Laird P.N.* Mental models: Towards the cognitive science of language, inference, and consciousness. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Holyoak K.J., Nisbett R.E.* Induction // R.J. Sternberg, E.E. Smith (ed.) The psychology of human thought. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. P. 50—91.
- Keller H., Schneider K., Henderson B. (eds.)* Curiosity and exploration. Berlin: Springer-Verlag, 1994.
- Mednick S.A.* The associative basis of the creative process. // Psychological Review. 1969. № 2. P. 220—232.
- Mendel G.* Children's preferences for differing degrees of novelty // Child development. 1965. Vol. 36. P. 453—465.
- Rips L.* Deduction. // R.J. Sternberg, E.E. Smith (ed.) The psychology of human thought. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. P. 116—153.
- Simon H.A., Gilmarin K.* A simulation of memory for chess positions // Cognitive psychology. 1973. №5. P. 29—46.
- Simonton D.K.* Creative expertise: a life-span developmental perspective // K.A. Ericsson (ed.). The road to excellence. N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1996. P. 227—254.
- Voss H.-G., Keller H.* Curiosity and exploration. Theories and results. N.Y.: Academic Press, 1983.
- Voss H.-G., Keller H.* Curiosity and exploration: A program of investigation // The German journal of psychology. 1986. Vol. 10 (4). P. 327—337.