

ПСИХОЛОГИЯ МЫШЛЕНИЯ

*Сборник переводов с
немецкого и английского*

Под редакцией и с вступительной статьей
кандидата педагогических наук

А. М. МАТЮШКИНА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОГРЕСС»

Москва 1965

Редакция литературы по вопросам философии и права

Некоторые проблемы психологии мышления

Необходимость использования психологических закономерностей мышления испытывается все больше в самых различных областях практической деятельности — от совершенствования методов обучения до конструирования сложных систем управления и «думающих» электронных вычислительных машин. С начала XX столетия психология мышления прошла значительный путь развития как по методам, используемым в исследовании, так и по некоторым достигнутым результатам. Вместе с тем она остается до сих пор одной из тех сложных областей науки, в которой значительно больше нерешенных проблем, чем достижений.

В исследованиях психологии мышления наиболее резко проявлялись теоретические позиции различных психологических школ и психологических концепций. Однако при всей односторонности различных теоретических направлений, и даже вопреки этим различиям, в конкретных экспериментальных психологических исследованиях все более четко вычленяется специфика психологического исследования мышления, совершенствуются методы экспериментального исследования. В настоящее время даже достижение незначительных новых результатов невозможно без опоры на предшествующий опыт экспериментальных исследований и полученных в них фактов.

Настоящий сборник включает исследования, выполненные за рубежом в течение последних 30 лет. Основное содержание сборника составляют экспериментальные исследования К. Дункера, Н. Майера, Л. Секея,

продолжающих исследований, начатые М. Вертгаймером, В. Кёлером, К. Коффкой и др. (см. русские переводы: В. Кёлер, Исследование интеллекта человеко-подобных обезьян, М., 1930; К. Коффка, Основы психического развития, М.—Л., 1934¹).

Наряду с этими исследованиями в сборник включены статьи, посвященные проблемам мотивации мышления (И. Мальцмана и Э. Хилгарда), статья Дж. Гилфорда, рассматривающая общие идеи факторного анализа интеллекта, и исследования последних лет в области моделирования мыслительной деятельности.

Мы не будем описывать всех тех фактов, которые получены в помещенных ниже экспериментальных исследованиях. Задачей настоящей статьи является анализ некоторых проблем психологии мышления.

I

Одной из наиболее общих проблем, которая ставится и определенным образом решается во всех исследованиях по психологии мышления, является проблема выявления специфики психологического исследования мышления, взаимоотношений между психологией мышления и смежных с ней наук, прежде всего с логикой, нередко претендующей на исчерпывающее исследование мышления человека. В течение долгого времени в результате неразработанности психологической теории и экспериментальных методов мышление человека преимущественно исследовалось логикой. Логические исследования рассматривались по существу как единственно возможный тип исследований мышления человека. Экспериментальная психология мышления имеет значительно более краткую историю, начинающуюся первыми экспериментальными исследованиями Вюрцбургской школы. И до настоящего времени психология мышления вынуждена отстаивать свое право на исследование мышления с анализом и выявлением специфических закономерностей, не сводимых к логическим закономерностям.

¹ Общий анализ и критика этого направления исследований содержится в предисловиях Л.С. Выготского к указанным книгам, в статье Л. И. Анциферовой «Гештальт-психология» в сб. «Современная психология в капиталистических странах», М., 1963, и ряде других работ.

стям мышления¹. Как в статьях данного сборника, так и во многих других исследованиях, эта проблема обсуждается с достаточной резкостью и остротой.

Значительный вклад в определение специфики и в разработку специальных методов экспериментального исследования внесли исследования представителей гештальт-психологии. В этих исследованиях была выделена одна важная область, не исследуемая логикой,— область продуктивного (творческого) мышления человека. Вопрос о том, по каким закономерностям происходит процесс открытия человеком новых знаний, не выводимых прямо из уже известных знаний, стал центральным вопросом экспериментальных исследований гештальт-психологов. Характеристика продуктивного (творческого) мышления как специальной области психологического исследования имела принципиальное значение для выделения психологии мышления в ряду других наук о мышлении, для разработки экспериментальных методов его исследования².

На основе предшествующих экспериментов (Ах, Марбе, Кюльпе, Зельц) представители гештальт-психологии выделяют задачу, *проблемную ситуацию* как основную экспериментальную ситуацию в психологическом исследовании мышления, как основной *метод* эксперименталь-

¹ В недавней статье о мышлении А.Н. Леонтьев отмечает одно из оснований, приводящих к абсолютизации логических исследований мышления. «Как и другие продукты человеческой деятельности, мыслительные операции отделяются от человека и таким образом приобретают свое объективное существование и развитие. Так как система мыслительных операций, осуществляющих умственные действия, полностью покрывает по своему объему их содержание, может создаться представление, будто она целиком исчерпывает мышление, то есть будто формальная логика является единственной наукой о мышлении и ее законы есть единственные его законы» («Вопросы философии», 1964, № 4, стр. 94).

² Естественно, что подобная характеристика специфики психологии мышления еще во многих отношениях недостаточно определена, однако в ней уже выделяется та реальность, которая позволяет различать (в значительной степени эмпирически) психологическое и непсихологическое исследование мышления.

Гештальт-психология не смогла пойти дальше указанного различия специфики логического и психологического исследования мышления. Общий феноменологический подход к мышлению определил те границы, в рамках которых эти исследования смогли исследовать психологические закономерности мышления (см. С.Л. Рубинштейн, Бытие и сознание, М., 1957, стр. 216—217).

ного исследования. Все описываемые в сборнике эксперименты представляют собой анализ процесса решения человеком различного типа проблемных задач. Создание экспериментальных ситуаций, позволяющих выявлять условия процесса решения таких задач, является одной из заслуг гештальт-психологии перед экспериментальной психологией. Дальнейшее развитие экспериментальных исследований показало адекватность предложенного метода исследования. В современных психологических исследованиях задача используется как основное средство тестирования интеллекта, как один из важнейших методов обучения; процесс решения задачи является основным объектом моделирования мышления.

В связи с этим необходимо отметить недостаточно обоснованную критику этого центрального положения гештальт-психологии Л.С. Выготским. Анализируя работу К. Коффки «Основы психического развития», Л.С. Выготский в предисловии писал: «Возникновение решения задачи... оказывается критерием, который не столько соответствует специфически человеческому разумному действию, сколько самому примитивному, инстинктивному действию животного».

Критерий интеллекта, выдвинутый Кёлером, оказывается, таким образом, явно ошибочным. Следовательно, этот признак не годится для выявления отличий интеллекта как такового» (стр. XXII).

Нетрудно заметить, что вместо вопроса об адекватности процесса решения задачи психологической специфики исследования мышления Л.С. Выготский ставит другой не менее важный вопрос—о специфике мышления человека (хотя и делает более общий вывод о неприменимости процесса решения задачи к мышлению вообще). Этот вывод о неприменимости задачи к исследованию психологии мышления не является обоснованным и в значительной степени тормозит развитие экспериментальных исследований мышления.

Принципиальный недостаток использования задачи как метода экспериментального исследования заключается не в том, что ситуация задачи неадекватна исследованию мышления человека, а в том, что при этом необходимо раскрыть специфику проблемных ситуаций, возникающих перед человеком, в частности вызываю-

щих необходимость и возможность теоретического мышления. Только для человеческого мышления благодаря наличию языковых средств мышления характерно объективирование ситуации задачи с целью предъявления задачи другому человеку (особенно в условиях обучения). Эта специфика мышления человека не только не учитывается в предлагаемых ниже экспериментальных исследованиях, но становится одним из ограничений возможностей дальнейшего экспериментального исследования. Во всех предлагаемых исследованиях задача рассматривается как нечто внешнее по отношению к мышлению индивида, как один из возможных раздражителей, вызывающих мышление. Индивид, его знания фактически не включены в ситуацию задачи.

Такое использование задачи в экспериментальных исследованиях не позволило представителям гештальт-психологии и их последователям рассмотреть задачу как важный факт теоретической психологии, а в условиях эксперимента во многих случаях привело к простому *описанию* процесса решения различных типов задач различными испытуемыми. Лишь последние исследования гештальт-психологов включают попытки создания экспериментальных ситуаций, направленных на выявление закономерностей процесса мышления.

Как показывают исследования советских психологов, психологическая структура проблемной ситуации представляет собой не отношение между задачей и знаниями и действиями индивида, а составляет такое отношение между субъектом и условиями его деятельности, при котором индивид должен раскрыть неизвестное, искомое. Условия задачи в проблемной ситуации выступают таким образом не как нечто, стоящее вне индивида; они составляют ту систему конкретных знаний и действий индивида, ту систему субъективных условий, необходимых как для возникновения данной проблемной ситуации перед индивидом, так и для ее решения, для приобретения новых знаний в процессе решения данной проблемной задачи. Проблемная ситуация всегда включена в условия теоретической или практической деятельности человека, ее психологическая структура зависит от структуры деятельности человека и определяется ею, а ее специфические особенности — специфическими особенностями человеческой деятельности.

II

Центральным вопросом экспериментального психологического исследования мышления является вопрос о закономерностях возникновения новообразований, составляющих новые знания и действия индивида. В каждом психологическом эксперименте, посвященном исследованию мышления, экспериментатор стремится создать условия, в которых испытуемый должен открыть или усвоить новые, неизвестные для него знания. Именно поэтому экспериментальные исследования мышления наиболее близки ситуациям обучения. Психологические закономерности мышления ученого, открывающего новые закономерности, и психологические закономерности мышления ребенка, усваивающего новые знания, во многом совпадают. Естественно, что решение целого ряда педагогических проблем, связанных с совершенствованием методов обучения, непосредственно связано с достижениями в исследовании мышления. В конечном счете результаты, достигаемые в том или ином процессе обучения, определяются применяемыми *методами* обучения, составляющими содержание способов управления познавательной деятельностью учащихся. Очевидно, эффективность тех или иных способов управления (методов обучения) зависит прежде всего от соответствия методов обучения тем психологическим закономерностям, на основе которых строятся способы управления.

Вместе с тем психологические закономерности мышления, на основе которых строятся методы обучения, неизбежно скрыты в применяемых методах. Поэтому нередко сами методы обучения выступают не как реализация психологических закономерностей в условиях обучения, а как содержание самих этих закономерностей. Психологические закономерности мышления в этом случае оказываются не только не определяющими применяемые методы обучения, а прямо определяемые этими методами. Доведенный до логического конца, этот подход заменяет проблему использования психологических закономерностей мышления с целью совершенствования методов обучения другой проблемой — проблемой «обучения мышлению», «обучения общим методам мышления» и т. п. Безусловно, возможно обучение логическим приемам мышления, так же как и любым другим

действиям, усваиваемым человеком в процессе обучения. Однако усвоение самих методов мышления происходит также в соответствии с психологическими закономерностями мышления. Развитие и совершенствование методов обучения (в том числе и обучение логическим приемам мышления) зависит от того, в какой степени они соответствуют психологическим закономерностям мышления человека, психологическим закономерностям процесса усвоения.

III

Одной из важных проблем в психологическом исследовании мышления являются проблемы мотивации. Эти проблемы включают как вопросы личностной мотивации, так и вопросы специфической познавательной мотивации мышления. Первой группе вопросов посвящена статья известного американского психолога Э. Хилгарда. В ней предлагается анализ фрейдистской концепции мотивации, наиболее характерной для психологических исследований в США. Очевидной ограниченностью этой концепции является предельное противопоставление биологического и социального в поведении человека, так называемых первичных и вторичных процессов. При этом вторичные, социальные процессы как бы надстраиваются над первичными, биологическими процессами. Первичные процессы прямо определяют все особенности мышления человека на начальных этапах его развития. На более высоких этапах развития первичные процессы, биологические потребности, «прорываются» через «реалистическое» социальное мышление человека и проявляются, например, в сновидениях, в различных случаях патологии мышления, в условиях гипноза и т. п. В исследованиях мышления эта концепция мотивации мышления, представленная как концепция двойной детерминации, наиболее четко выражена в работах Э. Вайнека (см., например, E. Vinacke, «Psychol. bull.». 1961). В соответствии с этой концепцией мышление человека детерминируется двумя противоположными началами. Первое заключено в потребностях человека, второе — в объективной реальности окружающего нас мира. Эти два противоположных источника и направляющие силы мышления определяют и функционирование мышления

и различные его типы. Так, по мнению Вайнека, потребности человека определяют, например, различные типы художественного мышления, предполагающие участие воображения человека. Мышление в этом случае как бы «отрывается» от реальности и функционирует по иным законам — законам воображения и фантазии в отличие от реалистического мышления, имеющего место в науке и практической деятельности человека.

Очевидна принципиальная порочность противопоставления биологической и социальной детерминации поведения человека в данной концепции. Вместе с тем многие конкретные вопросы личностной мотивации мышления, включая факторы «подсознательной» мотивации, не исследованы настолько, чтобы можно было говорить о возможности их однозначного решения. Постановка этих вопросов в статье Хилгарда может служить одним из стимулов к поискам их решения.

Вопросам специфической для процессов мышления мотивации посвящен ряд статей сборника. Особенно большое место этой проблеме отводится в статьях К. Дункера, Н. Майера, Д. Рейда и специальной статье И. Мальцмана, рассматривающего вопросы мотивации в связи с анализом проблемы «направленности» мышления.

Анализ проблем направленности процессов мышления обычно включает два основных плана их исследования. С одной стороны, рассматривается зависимость направленности процессов мышления от прошлого опыта, от знаний человека, приобретенных в прошлом опыте. При этом отмечается как положительная роль приобретенных знаний, так и отрицательная их роль, проявляющаяся в так называемых гетерогенных фиксациях. С другой стороны, проблема направленности рассматривается в плане влияния различных элементов проблемной ситуации на направление процесса мышления, прежде всего определяющей роли требований задачи или цели деятельности.

Противоречивость экспериментальных результатов исследований, приведенных в сборнике, показывает, что основная трудность в решении этой проблемы заключается в том, что предлагаемая индивиду задача рассматривается как своего рода стимул, находящийся вне субъекта. Однако для самого индивида не всякая зада-

ча выступает как проблема, определяющая направление процесса мышления. Прошлый опыт индивида не стоит в стороне от условий, вызывающих проблемную ситуацию, он непосредственно включен в процесс мышления как один из элементов, определяющих направление этого процесса.

IV

В большей части экспериментальных исследований мышления выделяются группы испытуемых, различающихся по индивидуальным особенностям мышления. Наряду с другими индивидуальными особенностями мышления перед исследователями постоянно возникал вопрос о возможностях специального выявления и оценки мыслительных способностей индивида. Решение этой проблемы имеет большую историю и важное практическое значение. Способы решения этой проблемы изменились в связи с успехами экспериментальных психологических исследований, в связи с развитием психологической теории мышления.

Наличие индивидуальных различий в мыслительных способностях очевидно даже без специального психологического исследования. Однако какова природа этих различий? Определяются эти различия уровнем достигнутых человеком знаний или они имеют более глубокую природу? Наконец, каковы способы выявления индивидуальных мыслительных способностей человека?

В сборнике этим проблемам посвящены три статьи — последний раздел книги К. Дункера, в котором рассматриваются некоторые вопросы математических способностей, статья Д. Гилфорда об основных факторах интеллекта и статья Л. Секея с критикой абсолютизации метода тестирования в исследовании мышления. В других статьях сборника приводятся данные об индивидуальных различиях, наблюдавшихся у испытуемых в процессе эксперимента.

Особый интерес представляет статья Гилфорда, содержащая попытку анализа структуры интеллекта. В этой статье автор выделяет три основных фактора, которые определяют эту структуру: операции мышления, продукты (результаты) мышления и его содержание. В соответствии с выделяемыми факторами пред-

лагается достаточно сложная система задач-тестов, позволяющих выявлять каждый из элементов, входящих в тот или иной фактор.

Общий недостаток факторного анализа интеллекта заключается в том, что интеллект человека рассматривается как нечто статичное, сложившееся. Естественно, что применяемые при этом способы выявления тех или иных факторов позволяют констатировать лишь сложившиеся системы знаний и действий индивида. Несмотря на значительную дифференцированность качества знаний человека, выявляемых с помощью методов факторного анализа, остаются неисследованными собственно мыслительные возможности индивида, проявляющиеся прежде всего в процессе усвоения самих этих знаний. Как показывают исследования советских психологов, не сложившиеся (усвоенные) знания и действия сами по себе, а в большей степени особенности в усвоении новых знаний определяют возможности формирования мыслительных способностей человека, возможности развития мышления.

V

За последнее десятилетие возникло и получило значительное развитие новое направление в исследовании мышления, предпринявшее попытку его логического и технического моделирования. Это направление привлекает к себе значительное внимание и рассматривается как одно из наиболее перспективных.

Иногда это направление рассматривается как абсолютно новое, возникшее на основе применения математики, логики и кибернетики к исследованию мышления человека. При таком подходе к анализу нового направления теряются его реальные основания, те исходные теоретические модели, которые воспроизводятся с помощью иных средств.

Включенные в сборник статьи позволяют легко обнаружить достаточно близкую связь между моделями мышления, предложенными Ньюэллом, Шоу, Гелернгертом, Саймоном и экспериментальными моделями, использованными Дункером, Майером и другими исследователями с целью анализа мышления. При этом так же, как, например, и в исследовании Дункера, используют-

ся понятия цели и средств мышления, предлагается система подцелей в процессе преобразования нерешенной ситуации в решенную и т. д. Если сравнить родословное дерево решения задачи, предложенное Дункером (стр. 88—93), с соответствующими схемами решения задач, предлагаемыми Ньюэллом, Саймоном и др. (стр. 460, 470 и др.), то легко заметить, что они во многом совпадают. Некоторые исследователи отмечают прямую связь между исследованиями Дункера и попытками моделирования мышления (см. Прибрам, Галантер, Миллер, Планы и структуры поведения. ИЛ, 1964). Вместе с тем легко заметить, что в предлагаемых моделях из указанных психологических исследований берется только внешняя, «поведенческая» сторона; ни одна из тех психологических закономерностей, которые были обнаружены в экспериментальных исследованиях, не нашла своего использования в предложенных моделях, ни один факт не получил нового объяснения.

Совершенно очевидна новизна средств, используемых в этих исследованиях, их несомненно важная роль в дальнейшем продвижении психологических исследований по пути количественного и структурного анализа мышления. Однако на современном этапе развития этих исследований они не только не ставят новых проблем в психологии мышления, но в значительной степени утрачивают и многое из того, что уже известно в психологических исследованиях. Так, например, одним из наиболее типичных способов моделирования мышления человека в процессе решения задач является способ моделирования «реального» хода мышления, зафиксированного в протоколе испытуемого. Как показано в сборнике, подобных протоколов — «моделей» может быть довольно значительное число, некоторые из них могут не совпадать с логической моделью решения задачи. Кажущаяся новизна средств моделирования мышления при психологическом анализе этих моделей оказывается простой логической схемой решения задачи. Рассматривая применяемые методы в теоретическом плане, нельзя не заметить, что новые средства анализа мышления оказываются недостаточно адекватными для того, чтобы раскрыть какие-либо новые психологические стороны мышления.

Для того чтобы оценить тот вклад, который вносится рассматриваемыми работами в исследование мышления, необходимо ответить на один вопрос: что моделируется в предлагаемых программах имитации мышления — некоторые типы деятельности человека или психологические закономерности мышления? Достаточно поставить этот вопрос, чтобы более четко представить тот путь, который предлагается рассматриваемым новым направлением. Становится совершенно очевидным, что моделируются не процессы мышления человека, имитируются не психологические закономерности мышления, а некоторые виды деятельности человека, некоторые зафиксированные в общественной практике способы действий при решении задач¹.

Впечатление, что при этом моделируются процессы мышления человека, имитируются условия мышления, основывается на двух главных фактах.

Во-первых, на том факте, что предлагаемые модели представляют собой модели решения сложных задач. Задача, как способ предъявления задания человеку, несомненно включает особенности мышления, ибо она предполагает достижение неизвестного, открытие нового знания или способа действия. Однако любая задача, взятая вне отношения к субъекту, которому неизвестны открываемые в процессе решения задачи знания и способы действия, не содержит в себе ничего психологического. Моделирование способов решения задачи, уже известных человеку, так же как и моделирование путей обнаружения неизвестного, зафиксированных в общественной практике, не совпадает с моделированием процесса мышления, приводящего к открытию нового способа решения, к открытию новой закономерности.

Во-вторых, это впечатление основывается на том факте, что моделируются некоторые виды несомненно интеллектуальной деятельности человека, имеющей место в конкретных случаях решения задач (доказатель-

¹ Как правильно отмечает А.Н. Леонтьев, «Современные вычислительные машины действительно осуществляют сложнейшие вычислительные операции... Однако машина может выполнять лишь такие процессы, которые полностью формализовались, «технизовались» в самом мышлении человека, иначе их невозможно было бы технически моделировать» (А.Н. Леонтьев, «Мышление», «Вопросы философии», 1964, № 4, стр. 95).

ство теорем, игра в шашки, шахматы и т. п.). Использование конкретных видов интеллектуальной деятельности человека в качестве оригинала создаваемых моделей создает впечатление моделирования наиболее сложных форм мышления человека. Однако во всех рассматриваемых случаях моделей мы имеем дело с ситуациями, в которых известна цель действия и общие способы ее достижения, т. е. с такими ситуациями, в которых путем преобразования начальных условий нужно достичь поставленную цель. В отличие от рассматриваемых ситуаций в процессе мышления цель деятельности представляет собой *неизвестное*, которое нельзя раскрыть путем простого преобразования заданных условий. Решение задачи в условиях создаваемых моделей представляет собой не что иное, как приведение заданных условий к конечному результату, к цели путем их преобразования на основе известных средств преобразования — операторов, прилагаемых к данным условиям. Основной путь преобразования начальной ситуации в конечную ситуацию — это путь последовательного устранения различий между начальной и конечной ситуациями. Процесс решения задачи человеком только внешне можно представить как процесс преобразования одной ситуации в другую. При этом имеет место изменение самого субъекта, включенного в проблемную ситуацию, усвоение (или открытие) им некоторых новых знаний, новых способов действия, необходимых для достижения поставленной цели.

Очевидно, что в исследованиях, предлагающих некоторые модели мышления человека, эти модели представляют собой не психологические модели мышления, а имитируют отдельные типы сложившейся деятельности, имеющей место в условиях решения человеком задач.

Несомненно важное практическое значение предлагаемых моделей с целью их использования для решения задач конструирования более оптимальных систем управления, для замены человека в целом ряде ситуаций, в которых он должен находить решения уже решенных задач. Следует ли ставить в этом случае машину в условия человека, не знающего решения, или целесообразнее пойти по пути моделирования известных способов решения — одна из важных проблем эвристики. Положение исследований, моделирующих мышление, как

одной из новых прикладных областей исследования не отличается от других прикладных областей психологии. Подобно тому как в поисках более совершенных методов обучения нельзя обойтись без четкого формулирования психологических закономерностей мышления, в соответствии с которыми предлагаются те или иные способы управления процессом усвоения, в области моделирования более, чем в какой-либо другой области, становится очевидной необходимость такого знания. Лишь на основе адекватных теоретических моделей, т. е. на основе адекватной психологической теории мышления, можно создать более совершенные технические модели, служащие решению практических задач.

* * *

*

Приведенные в сборнике исследования составляют значительные вехи в развитии экспериментального и теоретического анализа проблем мышления. Несмотря на значительные различия в толковании психологических фактов, психология мышления нашла свои прикладные области, не менее важные, чем другие прикладные области науки.

Большая часть исследований, помещенных в сборнике, выполнена представителями гештальт-психологии. Гештальт-психология внесла значительный вклад в выделение специфики психологического исследования мышления, в разработку экспериментальных методов. Основной областью исследований гештальт-психологов явилась область творческого мышления человека, основным методом экспериментального исследования — метод решения человеком творческих, проблемных задач. В приведенных исследованиях были выявлены некоторые психологические закономерности мышления человека и предприняты попытки их использования с целью совершенствования методов обучения.

Нужно отметить, что развитие экспериментальных исследований привело представителей гештальт-психологии к значительному отходу от первоначальной феноменологической точки зрения на мышление, к фактическому отказу от понятия гештальта как объясняющего принципа и включения в анализ процесса мышления понятий, характеризующих деятельность человека — по-

нятий цели и средств мышления. Первоначальное отрицание роли прошлого опыта и знаний в мышлении человека привело в дальнейшем к углубленному экспериментальному исследованию этой важной проблемы психологии мышления.

Однако предложенные в сборнике исследования не смогли преодолеть того психологического барьера, той «гетерогенной» фиксации, которая была вызвана некоторыми достигнутыми в этих исследованиях успехами. Придя к необходимости выделения задачи как системы специфических условий, вызывающих и определяющих процесс мышления, включив задачу в реальные условия практической и теоретической деятельности индивида, авторы всех представленных в сборнике исследований рассматривают и используют задачу как существующую вне и независимо от субъекта, от его возможностей и условий его деятельности. Эмпирически найденные методы целесообразного использования самих систем задач как методов экспериментального исследования оказались не включенными в теоретический анализ процесса мышления, его психологической специфики.

Развитие любой области научных исследований предполагает постоянное использование опыта, накопленного в мировой науке. За последние годы в нашей стране издано и готовится к публикации значительное число зарубежных исследований по проблемам психологии. Настоящий сборник составляет одну из этих публикаций, позволяющую представить некоторые достижения и трудности зарубежных исследований в психологии мышления.

A. Матюшкин

**Экспериментальное
исследование психологии
творческого мышления**

Качественное (экспериментальное и теоретическое) исследование продуктивного мышления¹

В качестве отправной точки для данного исследования я избрал главу о мышлении из книги В. Джемса². Это, однако, не означает, что в этой главе Джемс излагает какую-либо теорию или описывает экспериментальные результаты, которые хотя бы в слабой степени сходны с выводами и результатами настоящего исследования. Основанием для того, чтобы обратиться к этому разделу, было следующее. Тот пробел, который существует в большинстве теоретических и экспериментальных исследований мышления, нигде, насколько мне известно, не был выявлен настолько отчетливо, как в этой главе, хотя это случилось помимо желания самого Джемса.

Эта глава производит впечатление, будто в ней излагаются основные черты «мышления». Наша задача как раз и состоит в том, чтобы показать обманчивость такого впечатления. Наоборот, Джемс впадает в те же самые заблуждения, которые характерны для соответствующих теорий Э. Маха, Д. Дьюи и многих других авторов. Определяя природу этого заблуждения, мы в то же время определим общую проблему исследования.

¹ K. D u n k e r. A qualitative (experimental and theoretical) study of productive thinking (solving of comprehensible problems), «J. genetic psychology», 1926, 33, p. 642-708.

² W. J a m e s. Psychology, ch. 23.

1. Некоторые предшествующие взгляды на мышление, которые приводят к общему определению проблемы

Согласно Джемсу, специфическим свойством собственно мышления, отличающим его от «чистого воображения или последовательности ассоциации» (стр. 329), является выделение существенной стороны в данном факте, т. е. вычленение из некоторого целого того частного признака, который имеет полезные для решения задачи свойства или из которого можно сделать правильные выводы. «Если эмпирик смотрит на какой-либо факт, как на нечто целое, и остается при этом беспомощным... то «теоретик» расчленяет его и замечает в нем одно из отличительных свойств». «Обозначим факт или нечто конкретно данное через S ; его существенное свойство — через M ; качество этого свойства — через P » (стр. 330).

Эта последняя схема обозначения (равнозначная модусу «барбара» в силлогистической логике), несмотря на ее грубоватость, является чрезвычайно полезной. Мы сохраним ее в дальнейшем ходе нашего исследования. Однако это ни в коем случае не значит, что она совершенна с теоретической точки зрения. Ее ценность в основном терминологическая. Джемс продолжает: «Каждое реальное событие имеет бесконечное множество аспектов...» (стр. 332). Так, например, моя бумага «в действительности является всем, чем угодно: горючим материалом, печатной страницей, тонкой вещью, гидрокарбонатным веществом, предметом, имеющим восемь дюймов в одну сторону и десять — в другую, и т.д. до бесконечности». Далее, «психологически, как правило, P затемняет процесс с самого начала. Мы ищем P или нечто ему подобное. Но непосредственная целостность скрывает его от нашего взгляда; обдумывая, за какую же сторону нам взяться, чтобы найти P , мы наталкиваемся (если у нас есть проницательность) на M , потому что M является как раз тем свойством, которое тесно связано с P . Если бы вместо P нужно было отыскать Q , а N было бы качеством S , связанным с Q , то нам следовало бы игнорировать M , заметить N и судить об S только как о разновидности N » (стр. 338). Против этих рассуждений Джемса, взятых в целом, нельзя возражать, хотя в ряде его выражений имеются

досадные неточности. Я воздержусь здесь от дальнейшего обсуждения заявления Джемса о том, что «не существует такого качества, которое было бы абсолютно существенным для некоторой вещи» (стр. 333). Разумеется, любой вопрос, который мы подвергаем теоретическому или методическому рассмотрению, имеет свою существенную сторону, зависящую от точки зрения. Но это не значит, что все вопросы, которые мы желаем поставить в связи с некоторой задачей, в равной степени существенны для самой задачи (например, для ее понимания или решения). Однако, чтобы исчерпать эту тему, потребовалось бы довольно много времени и места.

Я возвращаюсь к своему пункту. До сих пор Джемс прав; однако возникает неизбежный вопрос: что заставляет мыслящего субъекта отбирать именно тот аспект M , который ведет его к отысканию P ? Мы уже знаем о том, что каждый объект имеет бесконечное число свойств. Но позволим Джемсу самому поставить этот вопрос: «Для того чтобы мыслить, мы должны уметь извлекать свойства, не любые свойства, а те, которые подходят для правильного вывода. Здесь возникает трудность: как извлекаются свойства и почему во многих случаях необходимо пришествие гения, чтобы нужное свойство стало явным?..» (стр. 343). Эти слова обещают многое, однако здесь верно и то, что упомянутый выше пробел расширяется. Джемс каким-то образом чувствует, и здесь мы полностью согласны с ним, что восприятие нужного свойства является чрезвычайно своеобразным актом. Он называет его «проницательностью». Но, в конце концов, проницательность является обыденным термином. Он должен быть прежде всего определен научно. Давайте посмотрим теперь, как Джемс пытается определить его, т. е. как он, идя старыми и избитыми путями, не может этого сделать. Он говорит: все наши знания вначале широки; вещи представляют собой нерасчлененные единства; но существует так называемая «сила анализа» (стр. 344), которая вычленяет те или иные аспекты, и эта сила анализа имеет различные источники:

1. Наши практические интересы.
2. Эстетические интересы. Так, «художник, у которого имеется лишь несколько непосредственных импульсов или интересов, практических или эстетических,

вычленяет только некоторые свойства и достигает по-этому ограниченной силы мышления» (стр. 345).

3. Ассоциации по признаку подобия. Это означает следующее: данный случай *A* вызывает по аналогии представление о случаях *B*, *C* и *D*, так как последние отражают то, что *M* присуще *A*. Благодаря ассоциации по признаку подобия они быстро вызываются один за другим, так что *M*, будучи почти одновременно связано с таким разнообразием сопутствующих факторов, «проясняется» и привлекает к себе наше внимание (стр. 347).

Джемс подробно останавливается на некоторых способах, с помощью которых обогащается наша память о свойствах вещей. Хотя это ни в коем случае и не единственные способы, как мы покажем дальше, он прав по крайней мере в том, что предлагает для рассмотрения. Но половина правды часто оказывается хуже, чем целая ошибка. Здесь мы как раз сталкиваемся с «половиной правды», поскольку встает фундаментальный вопрос: даже в том случае, если в нашем распоряжении имеется богатая память о свойствах вещей, что же заставляет нас выделять только одно из свойств, необходимое в данной конкретной ситуации? Источники силы анализа, указанные Джемсом, в лучшем случае являются только прелюдией к проницательному мышлению. Даже при наличии огромного склада орудий не возникает сама собой способность в случае борьбы поразить врага в наиболее уязвимое место. Более того, мы еще увидим, что мышление является борьбой, в которой куется его собственное оружие.

Теперь мы можем определить по крайней мере в общих чертах задачу нашего исследования. Пусть дана определенная задача или проблемная ситуация: конкретный факт *S* и вопрос о том, является ли это *S* некоторым *P* (это будет теоретическая задача), или каким образом из этого *S* можно получить *P* (это будет техническая задача). Что же направляет процесс мышления на вычленение из бесконечности аспектов *S* специфического свойства *M*, которое приводит к желаемому *P*? В символической форме эта задача представлена на рис. 1. Таким же образом она была представлена в работе Вертгаймера¹, которой наряду с исследованием

¹ M. Wertheimer, Ueber Schlussprocesse im productiven Denken.

В. Кёлера об интеллектуальном поведении обезьян я многим обязан. Интересно, как Вертгаймер, совершенно независимо от Джемса, пришел к очень сходным результатам (см. его «Umzentrierung eines gegenstandes»), хотя он — на что ясно указывается в его работе (со стр. 15 и дальше) — наиболее радикально отличается от Джемса в понимании отношения между *M* и *P*.

Джемс не сказал ни одного слова в ответ на наш основной вопрос; и хотя на него отвечает Дьюи, подход последнего к проблеме заставляет отнести квантэссенцию мышления к совершенно иной области. В книге «Как мы мыслим?»¹ можно найти блестящую формулировку: «Обнаружение промежуточных понятий, которые, будучи поставлены между отдаленной целью и данными средствами, приводят их к гармонии друг с другом...» Но Дьюи навсегда закрывает перед собой двери, когда заявляет: «Что же является источником предположения? Конечно, прошлый опыт и прошлые знания» (стр. 12). Не удивительно, что здесь нельзя найти специфической характеристики мышления. Согласно Дьюи, ее следует искать в более глубоких и обширных наблюдениях, суждениях, умственных привычках, внимательности, подвижности, серьезности, — короче говоря, в «тренированном разуме». Кто будет отрицать, что эти качества являются крайне важными для мышления? Но они представляют скорее общую гигиену мышления, чем теорию того, что до сих пор еще не определено и что по здравому смыслу обозначается словом «проницательность». В конце концов, у здравого смысла прекрасный нюх, но зато старчески тупые зубы.

Более серьезные и в то же время более близкие Джемсу взгляды изложены во фрагментарных заметках Э. Маха². Его понятие «aufklaerender Gedanke» имеет в точности тот же смысл, что и наше *M*. Мах приводит примеры из истории естественных наук. Кеплер должен был вначале представить себе, что Марс движется по эллипсоидной орбите, и лишь затем он смог объяснить

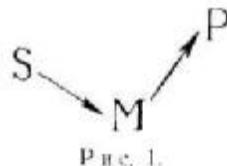


Рис. 1.

¹ J. Dewey, How we think, p. 72.

² E. Mach, Erkenntnis und Irrtum, S. 313.

все разнообразные явления, ранее наблюдавшиеся через телескоп; аналогичный способ использовали Галилей и многие выдающиеся ученые. Наиболее удачным примером, как мне кажется, является гениальная идея Ньютона, которая позволила рассматривать движение планет с точки зрения «движения тела, привязанного к нити, которая натягивается при круговом вращении». Из этого основного аспекта рассматриваемого явления вытекают почти все остальные. (В приведенных примерах цель, заключающаяся в том, чтобы объяснить вполне определенный, но лишь наблюдаемый факт, соответствует члену P в нашей схеме.)

Я не могу не напомнить, что Мах знал теорию индукции Вьюэлла. В работе Вьюэлла мы читаем¹: «Дедукция совершается вполне определенно, с методической точки зрения — шаг за шагом. Индукция (так он называет процесс отыскания нужного M) совершается путем скачка, который находится за пределами метода...» Но если Вьюэлл открыто признает, что «процесс индукции включает в себя некоторую неизвестную стадию»², то Мах делает несколько судорожных попыток к тому, чтобы размистифицировать эту проблему. Его объяснения похожи как две капли воды на рассуждения Джемса и Дьюи. Он говорит: «Абстрагирование и активность воображения играют главную роль в открытии новых знаний». Таким образом, мы получаем следующий перечень: интерес к взаимосвязи фактов, внимательное рассмотрение окружающей обстановки, абстракция, активность воображения и удобный случай. Тот же пробел, старательно заполняемый некоторыми общими и формальными соображениями.

Есть еще одна работа, о которой я буду говорить дальше; это «Schlussprocesse...» Вертгаймера. Ее отличие от остальных работ, которые связаны с нашей проблемой, заключается не только в тщательно отобранных примерах (например, как нужно представить себе окружность, чтобы определить площадь круга? Не как плоскость вращения радиуса,—тем более не как фигуру, нарисованную карандашом на бумаге,— а как площадь многоугольника, имеющего бесконечное число сторон).

¹ Whewell, The philosophy of the inductive sciences, p. 92.

² Whewell, The philosophy of discovery, p. 284.

Кроме этого, она содержит фундаментальное отличие, которое будет иметься в виду на протяжении всего нашего исследования и которое вскоре будет описано более строго и детально. 1) Или любое M не имеет никакой другой функции, кроме промежуточного звена между S и P , соединяя их двумя существующими зависимостями; M является только *мостом*. (Например, следующий силлогизм, который с чисто логической точки зрения является бесспорным: Кто носит имя, содержащее буквы «ai», является смертным ($M—P$); Caius имеет буквы «ai» ($S—M$). Значит... Здесь более чем ясно, что я никогда не открою упомянутой стороны сочетания «ai», если мне не будет дано суждение $M—P$.) 2) Или M имеет «определенные формальные функции в процессе, в целостной (проблемной) ситуации и выполняет, таким образом, не только соединительную роль».

Никто не знает лучше самого Вергтаймера, что второе положение очерчивает лишь определенную теоретическую область, не более. Но сейчас мы уже имеем все необходимое, чтобы сформулировать стоящую перед нами проблему. Если бы M не выполняло никакой другой функции, кроме соединительного моста между S и P , то какие бы существовали теоретические возможности для объяснения решения новых проблемных ситуаций, т. е. таких, которые раньше в том же самом виде не встречались? И второе: если бы оказалось, что ни ассоциативная, ни репродуктивная теория, объясняющие такие реально встречающиеся новые ситуации, не могут быть созданы, то чему же тогда равносильны упомянутые выше «формальные функции в целостном процессе»? Или: как иначе осуществляется открытие M ?

2. Критическое рассмотрение некоторых теоретических взглядов, которые решают или могли бы решить нашу проблему

1. S (мы можем называть этот член проблемной ситуацией) содержит ряд данных свойств $M_1, M_2, M_3, \dots, {}_nM$, одно из которых — M_i ; S может быть также репродуктивно связано с этими свойствами. P в свою очередь ассоциативно связано со свойствами $K_i, L_i, M_i, \dots, T_i$. Поскольку S и P связаны с M_i , последнее представ-

ляется наиболее ясно, тогда как другие ассоциативные следы, обусловленные либо S , либо P , затормаживаются. Эта теория известна как «теория констелляции». Она была выдвинута Г. Мюллером и, насколько мне известно, никогда не применялась к тем случаям, о которых мы здесь будем говорить. Тем не менее она заслуживает внимания и подробной критики. На рис. 2 схематически показано то, о чем говорит эта теория.

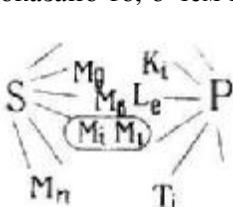


Рис. 2.

О. Зельц¹ в различных случаях подчеркивал одну из слабых сторон этой теории. Рассмотрим, например, такую задачу: чему равна вторая степень от 9 (предположим для ясности, что это новая задача)? 9 ассоциативно связано, скажем, с числами: 3, 9, 27, 36, 81, 90, а также со множеством других чисел. «Вторая степень» также ассоциативно связана с числами: 4, 9, 25, 36, 81, 100. Соответственно имеется одинаковая возможность того, что ответом будет 9, или 36, или 81. На этом небольшом примере можно увидеть, что подобный эффект констелляции мог бы, в лучшем случае, ограничить диапазон возможностей, но, с другой стороны, он оставил бы множество возможностей для абсурдных и невероятных ошибок.

Я не буду дальше входить в детали, так как здесь имеется более веский аргумент. Нам просто нужно найти такие экспериментальные задачи, чтобы в них M не принадлежало, пусть даже потенциально, изолированному S , а представляло собой специфическое свойство данного отношения между S и P , которое как таковое является новым для субъекта.

Накладывая это требование на свой выбор, я не проявляю даже малейшей симпатии к теории констелляций. Потому что те случаи, в которых это требование не выполняется, — т. е. когда M является основным свойством S и принадлежит ему независимо от P , — существенно не отличаются от случаев, выбранных мной. Стро-

¹ «Komplex Theorie und Konsstellations Theorie», Z. f. Ps., 83, «Die gesetze der produktiven und reproductiven geistestatigkeit». 1924. S. 5. См. также J.F. Shepard and H.M. Fogelsoner. Studies in Association and Inhibition, «Psychological Review», 20.

го говоря, любое свойство S не является чем-то таким, что принадлежит только S ; оно всегда является свойством S в определенных обстоятельствах. Возьмем пример Джемса, который уже цитировался мной: при одних обстоятельствах лист бумаги является горючим материалом (если я нахожусь в холодной комнате и хочу согреться), при других — материалом для письма (хорошая мысль пришла мне в голову, и я хочу записать ее) и т. д. Или возьмем случай с обезьянкой, которая берет одеяло, чтобы пододвинуть банан ближе к своей клетке и достать его. Разумеется, есть существенная разница между «одеялом», используемым в спальне, и «одеялом», заменяющим палку.

Что означает положение, согласно которому M не принадлежит, пусть даже потенциально, изолированному S ? Просто следующее: оно не является одним из тех существенных, основных свойств S , которые, по различным основаниям, являются в то же время наиболее знакомыми и независимыми. Короче: практически отсутствует возможность восприятия M в прошлом опыте. Рассмотрим случай, в котором есть хотя бы малейшее основание для применения теории констелляций. Вот одна из задач Вертгаймера (не использованная для экспериментальных целей): определить сумму площадей квадрата и косоугольного параллелограмма. Прямой путь был бы трудоемким. Все, что нужно сделать, это представить фигуры как два треугольника, наложенные друг на друга. Отсюда сразу же получаем результат: $a \cdot b$ (рис. 3). Хотя свойство «два треугольника, наложенные один на другой», не сразу бросается в глаза при рассматривании фигур, а является скорее свойством, возникающим из целостной проблемной ситуации ($S-P$), — определить площади двух фигур, — я все же рассматриваю его как обычное, знакомое, по крайней мере «потенциально принадлежащее только S ».

Следовательно, чтобы покончить с теорией констелляций, нам нужно найти более подходящие задачи. В нашем случае связь

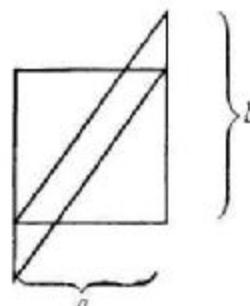


Рис. 3.

между S и P не должна являться существенной относительно S , а наоборот, должна быть необычной и неожиданной. Следовательно, M должно быть получено из S , чтобы оно привело к P . В качестве примера приведу одну из моих задач. Вкратце она состоит в том, чтобы определить наличие и измерить величину деформированной плоскости мягкого металлического шара при предполагаемом резком ударе его о твердую металлическую поверхность, которая заставляет его отскакивать. Одно из решений состоит в том, чтобы покрыть металлическую поверхность тонким слоем из мягкого вещества. S заключается в следующем: металлический шар ударяется о поверхность и отскакивает. Здесь событие S никак не может вызвать предположение об M , поскольку M является в высшей степени внешним по отношению к изолированному S . Мы должны хорошо помнить, что теория констелляций основывается на допущении, предполагающем сопровождение решения M изолированными влияниями S и P , которые только накладываются друг на друга (подобно тому, как одна волна накатывается на другую). Наш вывод гласит, что новая проблемная ситуация не может быть решена путем простого складывания ассоциативных следов, связанных отдельно с S и P . Дальнейшие доказательства и конкретные примеры в пользу этого вывода, полученного теоретическим путем, будут приведены при рассмотрении наших экспериментальных результатов.

Здесь может быть выдвинуто возражение: данная проблемная ситуация никогда раньше не встречалась; но не могла ли встречаться раньше ситуация, сходная с данной? Этот вопрос относится к другой теории, на которой мы остановимся. В отличие от предыдущей точки зрения здесь мы имеем дело в основном с P . Такая проблемная ситуация (S) может быть совершенно новой, но вполне возможно, что в прошлом опыте встречалось P , т. е. результат, цель или нечто ему подобное.

2. Данная проблемная ситуация имеет определенные элементы, которые являются общими с ранее решавшимися проблемными ситуациями. Эти идентичные элементы вызывают представление о предыдущих решениях, а идентичные элементы последних, в свою очередь, помогают прийти к данному решению.

Несомненно, вторая теория выглядит более привлекательно, так как здесь говорится о «подобных случаях» и об «использовании общих идей».

Несмотря на то, что у нас имеется большое число исследований по «переносу навыков», в них никогда систематически не изучались влияния *подобия* условий на перенос. Проводились эксперименты на «кросс-обучение», т. е. перенос навыка с одного рабочего органа на другой, который расположен в билатеральной симметрии с ним, или влияние слуховых ощущений на остроту зрения (Урбанчик); изучался также перенос выработанной способности к оценке площади и веса на оценку площадей и веса других размеров (Торндейк, Вудвортс); или перенос способности классификации карточек и т. д. Короче говоря, в этих работах изучался перенос одной функции на другую и не обращалось внимание на связь между ситуациями и их подобие. Особо показательна работа Вебба¹, в которой изучался перенос навыка преодоления лабиринта в ситуацию с иным лабиринтом. Он обнаружил наличие «положительного переноса», а также «положительной корреляции» между степенью переноса и сходством лабиринтов, однако у него не было надежного метода для определения и измерения степени «сходства». С другой стороны, в тех работах, где перенос изучался в определенных условиях, последние были довольно специфичными. Я сошлюсь здесь на исследование Уайли². Использованный им метод практически тождествен методу выработки условных рефлексов: сходство между двумя стимулами является в лучшем случае второстепенным фактором.

Мы еще увидим, что все рассмотренные случаи имеют мало общего с теми, которые можно считать «сходными»; к сожалению, эту ошибку допускают даже психологи. Едва ли найдется другое понятие в психологии, которое так опасно для теории решения задач, как понятие «сходства». Употребляя его как *объясняющее* понятие, психологи в действительности используют его по здравому смыслу, впадая при этом в порочный круг. Если понятие сходства определяется как «наличие иден-

¹ Webb, Transfer of training and retroaction, «Psych. Mon.», 24.

² Wylie, An Experimental Study of Transfer of Response in the White Rat, «Behavior Mon.», 3, 1919.

тичных элементов» (Торндайк), то оно становится вовсе неприемлемым.

Это впервые было показано в проницательной маленькой брошюре Криза¹, а также в основных положениях гештальт-психологии. Мы выдвигаем следующий тезис: в большинстве случаев, в которых оно имеет место, «сходство» не обусловлено идентичными элементами; там, где имеется идентичность элементов, мы встречаемся со «сходством» совершенно иного типа, которое даже не следовало бы называть тем же словом. Если бы сходство было обусловлено идентичными элементами, то это означало бы, что чем больше два объекта или процесса имеют общих элементов, тем более они должны быть сходными. Однако это неверно.

Представьте себе мелодию, сыгранную в двух различных ключах; здесь нет ни одного общего элемента, и тем не менее какое сходство: мы замечаем, что это одна и та же мелодия; сходство это настолько велико, что мелодия, заученная в одном ключе, может быть легко воспроизведена в другом. С другой стороны, можно оставить все элементы идентичными, изменив только один или два из них, и мелодия будет полностью разрушена. То же самое можно заметить и в любом виде нашего поведения или приобретенного опыта. Например, зрительно воспринимаемый предмет может смещаться на сетчатке, его можно увеличивать, уменьшать, изменять цвет или другие воспринимаемые качества, все равно он останется «тем же», или, согласно бихевиористскому критерию, вызовет ту же ответную реакцию. Я не буду останавливаться на деталях. Этот факт настолько очевиден, что игнорирование его в психологической теории можно отнести только за счет самой его очевидности.

Сейчас нам нужно ввести новое понятие. Прежде всего какова разница между «гештальтом» и «суммой»? Я предлагаю определение, в котором не используется общее понятие и указываются различные конкретные условия, при которых каждое понятие удовлетворяет одному и тому же требованию. В качестве такого общего требования мы выберем свойство подобия, или сходства.

¹ J.V. Kries, Die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen.

В данном случае оно будет характеризоваться лишь тем, что два явления (два физиологических процесса), из которых каждое никогда не встречалось как самостоятельная часть одного явления (процесса), узнаются или воспроизводятся одно посредством другого.

Если сходство двух явлений (или физиологических процессов) обусловлено числом идентичных элементов и пропорционально ему, то мы имеем дело с *суммами*. Если корреляция между числом идентичных элементов и степенью сходства отсутствует, а сходство обусловлено функциональными структурами двух целостных явлений как таковых, то мы имеем *гештальт*.

Я должен напомнить, что в нашем определении была использована самая общая характеристика сходства. Нельзя считать, что сходство между суммами и сходство между гештальтами имеет одну и ту же природу.

(В приведенном выше определении используются психофизические термины: сходство, узнавание и воспроизведение. Имеется другое определение — см., например, у Кёлера в его «Die physischen Gestalten...», которое не ограничивается свойствами нервной системы: устойчивость гештальт-систем не обусловлена сохранением идентичных элементов и не пропорциональна им, она вытекает из устойчивости функциональной структуры.)

Наше психологическое определение связано с другим, а именно с определением термина «понимание» (*comprehension*), объективной предпосылкой которого является доступность задачи для субъекта. Понять что-либо означает приобрести гештальт или увидеть функциональное место его в гештальте.

Приведем вначале несколько примеров из области восприятия. Если предъявлять субъекту некоторую мелодию или фигуру по частям (через большие интервалы), то их понимание будет очень затруднительным или даже невозможным. Или возьмем случай, который знаком каждому из нас. Читая книгу или слушая лекцию в очень утомленном состоянии, но когда мы еще можем напрягать внимание и направлять его на происходящее, мы вдруг замечаем, как начинают выпадать отдельные предложения и смысловой контекст, их связность теряется, отдельные слова и мысли становятся разрозненными. Это происходит не потому, что отдельный элемент

потерял свою интенсивность и становится неразличимым. Наоборот, мы сердито повторяем одни и те же слова и никак не можем заметить сходства двух мыслей, выраженных разными способами, хотя делаем это легко в обычных условиях (используя аналогии, общие понятия и суждения и применяя их к различным конкретным условиям). Таким образом, вещи становятся «суммами элементов», в смысле нашего определения.

Можно удивленно задать такой вопрос: «Значит, суммы элементов встречаются только в ненормальных условиях?» Не обязательно, хотя и в этом вопросе есть доля истины. Мы можем определенным образом подобрать такие условия. Чтобы узнать, как это сделать, нам нужно лишь обратиться к бихевиоризму. Конечно, обучение в лабиринте и современные проблемные ящики полностью устраниют возможность видеть нечто в его целостности. Нет ничего удивительного в том, что, скажем, крыса, обученная в лабиринте, «бросается во всю прыть на стенки»¹, когда весь лабиринт пропорционально укорачивается или удлиняется. Чего же можно еще ожидать, если нам предлагаю иметь дело с «последовательностями кинестетических сигналов?» Я не стану спорить с тем, что при более систематическом проведении экспериментов с пропорциональным изменением величины лабиринта может оказаться, что поведение крысы будет хаотичным, т. е. будет отсутствовать даже малейший перенос, не говоря уже о том, что было обнаружено Веббом, когда он более или менее произвольно выбирал лабиринты. Эти результаты по крайней мере говорят в пользу взгляда, согласно которому поведение крысы в лабиринте в любом случае является более суммативным, чем естественное поведение высших животных и человека. Очень полезно сравнить роль крысы в лабиринте разных размеров с ролью человека, который вопросительно смотрит на оба лабиринта и признает, что они «тождественны». Человек имеет возможность увидеть целое, он видит гештальт, он постигает данную ситуацию, так как она постижима для него; но она непостижима для крысы. Я не отрицаю, что подобные случаи (непостижимые ситуации) иногда встречаются в жизни человека. Но ограничивать из-за этого всю тео-

—¹ Watson, Behavior, ch. 6, p. 217.

рию обучения и мышления не более разумно, чем сказать, что человек ползает на животе, потому что он делает это, когда вылезает из трубы или в других особых случаях.

Во второй теории допущение об идентичности элементов имеет две стороны: 1) предполагается, что данная проблемная ситуация имеет элементы, общие с элементами другой проблемной ситуации; 2) решения предыдущей проблемной ситуации имеют общие элементы с успешным решением данной ситуации.

Рассмотрим случай, который, наверное, каждый стремился бы объяснить фактором сходства. Я напомню одно из решений моей задачи с металлическим шаром: покрыть твердую металлическую поверхность (или шар) тонким слоем мягкого вещества. Можно задать вопрос: разве мы раньше не наблюдали аналогичных явлений? Разве не видели мы отпечатков ног на снегу? Разве вода не оставляет на берегах отметки, по которым мы можем судить о ее высшем уровне, имевшем место ночью? А не представляют ли собой письмо и фотография не что иное, как фиксирование и сохранение моментальных событий? Здесь мы пришли к важному пункту. Рассмотрим лабораторную ситуацию: маленький металлический шар, металлическая поверхность, тонкий слой свежей краски, быстрое падение шара, удар от соприкосновения с поверхностью... Я спрашиваю теперь: какие в этой ситуации есть элементы, общие с предыдущими? Нет ни одного. Едва ли можно представить себе более различные «стимулы». Сходство, которое здесь, несомненно, имеет место, заключается не в элементах и тем более не в объеме восприятия. Оно находится в гештальте (вспомните пример с мелодией, проигрываемой в разных ключах), т. е. в четко определенном функциональном целом, состоящем из различных связей. (Это целое абсолютно отличается от «суммарного целого», с которым так носятся бихевиористы.)

Возьмем другой, более подходящий пример: задача состоит в том, чтобы просверлить пять косых, но строго параллельных отверстий в толстой деревянной доске. Наилучшим решением было бы наложить на доску шаблон, в котором отверстие наклонено под желаемым углом, и использовать его в качестве направляющей. Это решение было предложено несколькими моими испытуе-

мыми. После того как один из них получил это решение, я спросил его, как делаю обычно, имел ли он в виду аналогичный случай. «Нет», — сказал он; то же самое отвечали и другие. Тогда я дал ему время, чтобы придумать аналогичный случай (заметим, что с этого момента его мышление находилось под влиянием стимуляции моего вопроса о сходстве). Очень скоро он пришел с описанием устройства, которое использовалось им в лабораторной мастерской: две параллельные доски с направляющими вертикальными разрезами, позволяющими резать дерево на прямоугольные куски.

Я снова спрашиваю: где здесь идентичные элементы? В одном случае мы имеем: кусок дерева, пять наклонных и параллельных отверстий, шаблон с подходящим отверстием. В другом случае имеем: пилу, несколько брусков, которые должны быть разрезаны под нужным углом, две параллельные доски с вертикальными разрезами. Все эти вещи существовали еще до того, как было получено решение. Ни частота, ни новизна (Утсон), ни предпочтаемость, ни интенсивность (Торндейк, Кэрр) не могут помочь выделить существенные свойства, образующие сходство.

Возникает вопрос: независимо от того, используются ли сходные случаи для решения данной задачи или нет, — а наши экспериментальные результаты покажут, что имеется очень малая вероятность использования субъектом сходных случаев при изучении ситуации, — что может означать использование сходных случаев для решения данных задач?

Прежде всего данная проблемная ситуация должна напомнить мне о предыдущей. Таким образом, каждая проблемная ситуация должна быть вначале *понята*. Далее возникает представление о предыдущем решении, которое «ассоциировано» с предыдущей проблемной ситуацией. Но, конечно, я не могу использовать две параллельные доски с вертикальными разрезами в задаче на выравнивание отверстий. Что же наталкивает меня на *руководящую* мысль? Без сомнения, предыдущая ситуация должна быть представлена весьма определенным образом, т. е. с точки зрения внутренней связи тех сторон данной проблемной ситуации, которые для нее существенны. Иначе говоря, нужно понять то, «как она работает», т. е. ее функциональное значение.

С точки зрения ассоциативной теории решение задачи представляет собой лишь присоединение определенного действия к определенного рода стимуляции. В некоторых частных случаях, когда уже выработан навык, этот процесс действительно приводит к нужному результату и будет всегда приводить к нему при наличии тех же «стимулов».

Теперь сравним схему переноса навыка на сходные случаи со схемой прямого решения, возникающего из соответствующей ему проблемной ситуации. Я выбрал несколько очень простых примеров, которые, будучи не бесполезными для экспериментальных целей, служат хорошей иллюстрацией. Я только попрошу иметь в виду, что они не могут доказать наличие прямого решения, хотя нельзя доказать и того, что в них имеет место не-прямое решение (см. разд. 3).

Один из случаев, приводимый Кёлером: конечности обезьяны «слишком коротки», чтобы достать банан. Слова «слишком коротки» указывают на связь между двумя составными частями данной ситуации, которые находятся в конфликте с ее динамической тенденцией.

Существует фундаментальное различие между одним только *фактом конфликта*, т. е. наличием действия, не приводящего к желаемому результату, и *направленностью конфликта*, в которой выражена его природа. Для традиционной психологической теории, включая бихевиоризм, такие обстоятельства, как «слишком большой», «слишком острый», «слишком скользкий», «слишком высокий», «слишком быстрый» и т. д., встречающиеся в проблемной ситуации, не означают ничего, кроме отсутствия желаемого результата при совершении действия. Специфические связи, которые мы выражаем словом «слишком», не признаются значимыми для организма, и считается, что они не играют определяющей и направляющей роли в поведении. Здесь мы сталкиваемся с основным недостатком понятия «суммарного целого». Но возвратимся к нашему примеру. Я не говорю, что обезьяне пришла в голову «мысль», а лишь указываю на то, что связь, выраженная словами «слишком коротки», действительно направляет ее поведение. Это выражение эквивалентно тенденции к удлинению, которая опять-таки является не «мыслью», а динамическим отношением, действительно имеющим место в организме. Эта

детерминирующая тенденция «более длинного», по-видимому, обусловлена определенными частями более широкой ситуации, которая требует наличия «чего-то длинного» (будь то палка, шляпа, соломинка или что-либо другое).

Другой пример: я хочу закрепить перо своей авторучки. Моя попытка закончилась безуспешно. Причиной конфликта является следующее: мои пальцы «слишком гладкие», они скользят по ручке, не захватывают ее. Я нахожу что-нибудь погрубее, например платок. То же самое происходит в нашей задаче с металлическим шаром: событие «слишком мимолетно», вещи слишком быстро восстанавливают свою форму.

Но это еще не то, что поможет нам развить и уточнить теорию мышления. Мое заключение будет следующим: в тех случаях, где не только сам факт конфликта, но и определяющие его обстоятельства, их внутренняя связь в целостной ситуации являются детерминирующей реальностью, мы с теоретической точки зрения имеем дело с основной стадией процесса мышления (см. разд. 4).

Существует еще одна теория, которая заслуживает нашего рассмотрения: теория комплексов, выдвинутая Отто Зельцем¹.

3. Согласно Зельцу, задача представляет собой «схематически антицируемый комплекс». Искомое решение является более или менее неопределенной частью этого комплекса, но оно с самого начала находится в определенных абстрактных и заданных отношениях с остальной, уже фиксированной частью комплекса. Зельц



Рис. 4.

илюстрирует это простой схемой: на рис. 4,а показана проблемная ситуация, а на рис. 4,б решенная

¹ «Über die Gesetze des geordneten Denkverlaufs», 1913.

«Zur Psychologie des produktiven Denkens und des Irrtums», 1922.

задача. (Символ, стоящий между *A* и *B*, обозначает связь, которая известна и определяется задачей.)

Теория комплексов отличается от рассмотренных выше ассоциалистских теорий признанием того, что решение основывается не на изолированных частях ситуации или их ассоциативных следах; оно с самого начала уже заранее связано благодаря определенным общим закономерностям с целостным комплексом. Решение заключается в процессе конкретизации первоначальных абстрактных «детерминант». Анализ задач, предлагаемых Зельцем, поможет нам разобраться в этом положении. Заметим, что эти задачи в течение долгого времени фигурировали в психологии как основной материал для изучения процессов мышления¹: например, найти «целое» к данному предмету (так, «лампа» будет целым к «фитилю»), или подобрать «подходящее понятие», или назвать данный предмет и т. п. Зельц говорит на стр. 529 своей «Zur Psychologie...»: «Для любого вида задач характерна тенденция к детерминированной актуализации ранее применявшихся и усвоенных средств». С этим положением мы не можем согласиться, так как ранее встречавшиеся средства, наоборот, используются только в тех случаях, где нельзя получить прямого решения, подходящего для данных условий задачи.

Возвратимся снова к Зельцу. То, что он называет «детерминированной актуализацией средств», представляет собой воспроизведение более конкретных «способов решения»; в задаче на отыскание «целого» это выглядит так: изучение того, как наилучшим образом включить данный объект в целое; нахождение ближайшего целого; составление более конкретного представления об объекте и т. д. После грубого очерчивания данного комплекса, который, таким образом, приобрел некоторую определенность и конкретность, начинается, как мы его называем, процесс приложения. Здесь мы встречаемся, пожалуй, с наиболее успешным способом объяснения традиционной теорией того, как возникают те или иные новообразования. Я приведу собственный пример: человеку дается задание пройти в определенном направле-

¹ См. H.J. Watt, Experimentelle Beiträge zu einer Theorie des Denkens, «Archiv, f. d. g. Psych.», A. M e s s e r, Experimentell-psychol. Untersuchung ü. d. Denken, «Archiv f. d. g. Psych.», 8.

нии от известной отметки ровно 100 ярдов и взять предмет, который ему там попадется. Он не видел этого предмета, не держал его в руках и никогда не был на финишной отметке, которая определена в задаче. Таким образом, там, где дана общая инструкция и определена стартовая отметка, должно быть получено нечто новое. Читатель, вероятно, заметил, что задачи Зельца как раз относятся к этому виду; например, общей инструкцией будет «отыскать целое», а стартовой точкой — «фитиль». Единственное, с чем могут быть связаны трудности, хотя я не считаю их фатальными для ассоциалистской теории,— это то, что субъект должен понять смысл общей инструкции. Но если уж он понял его, то задача может решаться с бесчисленных стартовых точек и приводить к бесчисленному количеству «целых».

Что касается процесса приложения, то здесь нельзя выдвинуть какие-либо возражения, если рассматривать его в качестве возможного и часто встречающегося вида деятельности. Например, мы применяем общие законы к частным обстоятельствам.

Но что делать, если данная задача *не имеет* таких стереотипных связей, которые можно было бы приложить к конкретным обстоятельствам? Именно с такой ситуацией мы встречаемся при решении моих задач. Здесь эта схема работать не будет. Далее, если взять процесс отыскания более конкретных способов решения, то что случится, когда задачи не имеют тех общих стандартных связей, которые подлежат конкретизации? Несомненно, что при использовании стандартизованных задач обеспечивается большая возможность для отыскания более специальных способов решения, которые репродуктивно связаны с задачей и некоторыми свойствами объекта.

До сих пор мы имели дело только с процессами воспроизведения (*reproduction*). Зельц называет процессы, приводящие к новым способам решения, «детерминированной абстракцией средств»; это значит, что они абстрагируются от случаев, в которых происходит случайное понимание нужного способа решения данной задачи.

Здесь напрашивается тот же вопрос, который был поставлен в связи с критикой второй теории: каким образом общий метод возникает из частных условий, прежде

чем будут поняты те функциональные связи, которые для данного случая являются существенными? Чтобы быть справедливыми, отметим, что в разных местах Зельц говорит о «понимании»; однако он объясняет его как «понимание того, каким образом нечто становится способом для достижения цели».

В гештальт-психологии проводится четкое различие между этим и другим видом понимания. Понимание в первом смысле (соответствующее определению Зельца) имеет место, например, в цитированном выше силлогизме, где каждый мог бы понять, что в имени *Caius* есть сочетание «*ai*» и поэтому *Caius* смертен. Вообще во всех экспериментах на обучение, проведенных с людьми и некоторыми высшими животными, имеется понимание первого типа. В процессе эксперимента неожиданно возникает «догадка» (резкое изменение кривой научения); испытуемый схватывает константную связь между двумя элементами ситуации, например между тенью, в которой оказался ящик, и его темной стороной, которая, связана с правильным решением. *Независимо от того, как эти элементы внутренне связаны между собой*, — а такие связи могут выбираться совершенно произвольно, — у испытуемого нет потребности в таких случаях выяснить причину этой связи.

Понимание в другом смысле имеет место, когда из данной ситуации нужно получить общее правило. Мы будем употреблять это понятие только во втором смысле (см. определение в разд. 4).

Существует очень малая вероятность того, что, сталкиваясь с конкретными задачами, обезьяна будет применять общие правила; как показывают наши эксперименты, это справедливо только для человека.

Рассмотрим теперь один из примеров, приводимых Зельцем. Франклайн, пытаясь подвести заряды, возникающие при вспышке молнии, с облаков на землю, нуждался в отыскании чего-то, что было бы связано с облаками, что поднималось бы вверх. Он мог вспомнить случай из своего собственного опыта, когда он видел летящего змея или увидел змея уже после того, как возникла задача; все равно этот опыт способствовал ему в отыскании успешного способа решения.

Разумеется, можно путем такой процедуры найти конкретные способы, если было определено их функцио-

нальное значение. Но, к сожалению, это как раз и есть то самое функциональное значение, которое Зельц называет «детермированной абстракцией способов». Он впадает в тот же порочный круг, что и теория «сходных признаков», которая пыталась избежать слова «понимание». Во всех его примерах даются случаи, в которых функциональное решение уже определено или дано.

Примеры Зельца, приводимые им для иллюстрации «детермированной абстракции средств», совпадают с тем, что в разд. 4 мы будем называть «процессом понимания».

Далее, так называемый «закон усмотрения конфликта», формулируемый Зельцем, является просто недоразумением (стр. 217). Он наивно предполагает, что лишь отсутствие успеха при решении проблемной ситуации обуславливает понимание природы конфликта, т. е. того, что мы обозначаем словом «слишком»... В других случаях Зельц также использует выражения, которые никак не могут быть объяснены с точки зрения его теории. Это наиболее резко выражено в его обсуждении результатов экспериментов Кёлера.

Это последняя теория из тех, которые, как мне казалось, необходимы для рассмотрения в связи с нашей проблемой. Что касается бихевиористских положений о частоте, новизне и интенсивности, то о них я говорил раньше. Несомненно, что выражения, которые мы встречаем в десятой лекции, прочитанной Уотсоном в Народном институте, производят неизгладимое впечатление на доверчивую аудиторию. Такие теоретические бессмыслицы, как, например, «вспомнить о ранее усвоенных ручных (или речевых) навыках в связи с данной задачей», или, что еще более бессмысленно, «манипулируя словами... как это всегда делает поэт, комбинируя их до тех пор, пока у него не возникнет новый образ», — не заслуживают серьезного внимания. Более того, понятие условного рефлекса неприменимо к нашим проблемным ситуациям по тем же причинам, что и теория констелляций. Можно ли объяснить с точки зрения теории вероятностей, каким образом множество изолированных элементов, имеющих бесконечное разнообразие ассоциативных следов, приводит к определенному упорядочиванию аспектов задачи, из которых складывается решение?

3. Экспериментальные методики и результаты

При выборе описываемых ниже задач мы руководствовались следующими основными положениями: каждый из элементов задачи имеет непосредственное отношение к данной цели, т. е. отвечает непосредственно требованию задачи; или же он указывает тот путь, по которому следует идти к решению задачи; иначе говоря, может иметь место ряд соподчиненных задач, каждая из которых непосредственно связана с основной задачей. Мы не ставили перед испытуемыми таких, например, задач, взятых из работы Термэна (Terman, Genius and Stupidity): «У вас есть два сосуда, один (*A*) объемом в 7, а другой (*B*) в 11 л, как можно отмерить 13 л с помощью только этих двух сосудов?» Решение складывается из следующих шагов: 1) в сосуд *B* влить два раза жидкость из сосуда *A*; тогда в последнем останется 3 л; опустошить сосуд *B*; 2) в сосуд *B* налить оставшиеся 3 л и еще 7 л; 3) из *A* к *B* перелить 1 л; тогда в *A* останется 6 л; 4) оставшиеся 6 л вылить в пустой сосуд *B*, а 7 л влить в сосуд *A*, в результате: $6 + 7 = 13$.

При решении этой задачи едва ли кто-нибудь придет к выводу, что имеется только два пути: составить 13 из суммы 11 + 2 или 7 + 6 и после этого шаг за шагом приближаться к соответствующей посылке. Скорее всего, решающий попытается вникнуть в содержание задачи, будет осторожно делать один шаг за другим, снова начинать с других предположений, пока, наконец, не будет найдена нужная нить. Некоторые шаги могут делаться наугад. В отличие от таких цепных процессов (с которыми связаны многие математические решения) наши задачи решаются при опоре на одну доминирующую мысль, которая возникает благодаря пониманию конфликта.

В опытах принимали участие 5 испытуемых, которые отдельно решали все серии задач (около 20), и два испытуемых брались для специальных целей. Поскольку меня вовсе не интересовало их индивидуальное поведение при решении — я прошу иметь это в виду, — порядок предъявления задач и их содержание в каждом случае были неодинаковыми; как правило, я не регистрировал время решений, исключая те случаи, когда нужно было фиксировать некоторые ритмические характе-

ристики (длинная пауза, шевеление языком, кивание головой и т. д.). С помощью такой методики я имел возможность создать вполне естественные условия, не затронутые назойливо известным «лабораторным отношением».

После вручения испытуемому бумаги и карандаша я давал ему три основные инструкции перед началом эксперимента:

1. *Старайтесь думать вслух.* Вы, наверное, часто делаете так, когда вы одни и работаете над какой-либо проблемой. Пишите как можно больше. (Мышление вслух не есть интроспективный отчет, так же как и акт письма. Для определенных целей, связанных с вопросом о сходстве, я использовал интроспективные отчеты.)

2. Меня интересует не ваше окончательное решение, еще менее — время вашего решения, а процесс мышления, все ваши попытки, все, что приходит вам на ум, независимо от того, хороша или не очень хороша идея. *Чувствуйте себя смело.* Я не считаю ваших ошибок, так что говорите о них, не скрывая ни одной. Ошибки могут быть обусловлены только неопытностью и «трудными» по своей природе фактами, так что не беспокойтесь о них; чувствуйте себя командиром. Все, о чем бы вы ни думали, должно помочь найти решение независимо от того, помогло ли оно в данный момент или нет; и это меня особенно интересует. Оставьте мне возможность поправить вашу ошибку.

3. Вам не нужно знать о данном случае больше того, что я вам скажу, так что не старайтесь вспоминать о том, что вы узнали в прошлом. Это не поможет, а только отвлечет вас. *Придерживайтесь данных условий.* Если что не ясно, спросите меня. (Я упоминал выше о том, что не обращал внимания на специфические особенности тех предположений, в которых использовались знания, лежащие вне возможного диапазона данной проблемной ситуации. Нас интересовало лишь функциональное значение гипотез. Поэтому я снова и снова повторял моим испытуемым: если вы не можете найти какой-то определенный способ или средство, скажите мне, как они должны «работать», каким функциональным требованиям они должны удовлетворять.)

Давайте с самого начала исключим возможность заблуждения. Я говорил о том, что все знания, необходимые

мые для решения задачи, были налицо, по крайней мере потенциально. Хотя это может показаться и тривиальным, но я должен сказать, что проблемная ситуация, предъявляемая испытуемому, конечно, не возникала на основе «чистой доски» его разума. Первейшей предпосылкой было как раз то, что субъект должен был иметь ясное понимание проблемной ситуации, необходимое при отыскании как *S*, так и *P*. (См. замечание Кёлера о полной понятности проблемной ситуации.)

В заключение скажем о замечаниях экспериментатора, об исправлениях, вопросах и подсказках. Там, где об этом ничего не говорится, это значит, что использовались их обычные формы: «Это не подходит», или «Это не совсем подходит, не очень точно», или «Попробуйте новый способ». Если испытуемый приводит подобный случай до того, как я его запрошу об этом и во время решения, то это будет обозначаться сокращением: *Под. сл. до запр.* (Подобный случай до запроса.) Если то же самое имеет место перед тем, как будет найдено решение, то это обозначается сокращением: *Под. сл. до запр. пер. реш.* (Подобный случай до запроса перед решением.) Если субъект приводит аналогичный случай после соответствующего запроса (который всегда следует после решения задачи), то этому соответствует обозначение: *Под. сл. после запр.* Для воспроизведения подобного случая давалось 1—2 минуты (и больше, если об этом просил испытуемый). Если задача решалась с помощью чертежа, приготовленного экспериментатором, то это обозначается: *С пом. эксп.*; если без помощи, то — *Б. пом. эксп.*

Задача: металлический шар.
«Предположим, что металлический шар падает на твердую металлическую поверхность (рис. 5). Известно, что после удара он подпрыгнет; этот факт обусловлен плоской деформацией шара при соприкосновении его с поверхностью. Упругие силы шара заставляют его принять прежнюю форму, что и вызывает его отталкивание (вспомните резиновый мяч). Вам нужно доказать наличие плоскостной деформации

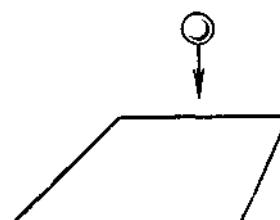


Рис. 5.

и найти способ, который мог бы не только показать наличие этого факта, но также форму и величину деформации».

Два испытуемых (1 и 5) решили эту задачу прямым способом:

1а¹. Если шар лишь дотронется до поверхности, то это произойдет в некоторой точке; но из-за деформации касание будет иметь форму «О». Нужно «прикрепить к шару вещества, на котором оставался бы след от плоской поверхности».

5а. Нужно, чтобы на плоскости, покрытой свежей краской, остался след; или лучше:

б. Посмотреть после первого отскока на тот участок шара, который соприкасался с краской. *Под. сл. после запр.:* шар, попавший в жидкую грязь.

3а. Сфотографировать шар сбоку.

б. Взять шар, сделанный из мягкого вещества, например раскалив его; тогда он сохранит деформацию. («Согласно условию задачи, шар в этом случае потеряет свою упругость».)

в. Сделать поверхность из вещества, которое сохраняет след. («Но оба предмета должны восстановливать прежнюю форму». Замешательство. Я даю две подсказки: «Идея о сохранении отпечатка правильная» и «Вспомните об отпечатках ног на снегу».)

г. Взять третье вещество и измерить вертикальное сжатие шара (Рис. 6). (На минуту он забыл о движении шара. Он сказал, что мысль о третьем веществе возникла безотносительно к намеку о следах на снегу, так как он не понял его значения; смысл намека ускользнул от испытуемого потому, что он не обратил внимания на существование твердой земли под слоем снега. Далее, еще один намек: «Зачем нужен такой толстый слой?»)

д. Тонкий слой сохраняет след от деформации.

2а. Сделаем вывод из аналогии с резиновым мячом.

б. Внутри шара должен быть аппарат, регистрирующий степень деформации. («Слишком косвенный путь; к тому же это не соответствует условиям задачи».)

6. Фотографирование с помощью камеры.

¹ Здесь и дальше в этом параграфе цифрами обозначены номера испытуемых, а буквами — принимаемые ими подрешения. — *Прим. ред.*

г. Отрицательный вывод: при отсутствии деформации или ее ослаблении (вследствие наличия отверстия для камеры) будет отсутствовать или ослабляться отскакивание шара (рис. 7).

д. Измерение величины расширения (рис. 8).

е. Измерение вертикального сжатия невооруженным глазом. (Намек: «Существует три способа: измерить сжатие, расширение и деформированную часть шара».)

ж. Слой воска (рис. 9). «Это не соответствует усло-



Рис. 6.

Рис. 7.



Рис. 8.

Рис. 9.

виям».) (Намек: «Знаете ли вы форму деформации?») з. Выкрасив мяч, мы будем видеть след. 7а. Поймать шар при ударе.

б. Аналогия с более мягким шаром, например из замазки или свинца, который сохранял бы след от деформации.

в. Должно быть свойство, аналогичное пружине. А может быть, это вызвано не восстановлением формы, как, например, у резинового мяча?

г. Фотографирование с помощью скоростной камеры.

Под. сл. после запр.: использование камеры, например, при фотографировании автомобильных гонок. (Я подтверждаю: «Используйте все, что вам угодно».)

д. Покрасить шар. Тогда на нем образуется круг. *Под. сл. после запр.:* окрашивание подшипников при их подгонке.

Анализ эксперимента. Полное осмысливание условий задачи (что теперь мы будем называть *пониманием конфликта* или просто «*пониманием*») идет приблизительно в следующем направлении: деформация происходит очень мимолетно, в столкновении участвуют лишь два предмета, которые слишком быстро восстанавливают свою форму (слишком «упруги»), эффект деформации едва заметен.

Функциональное значение наилучшего решения состоит в том, что находится третье промежуточное вещество, в которое шар или поверхность окрашивается на месте предполагаемой деформации; оно наносится достаточно тонким слоем и легко оставляет след, что не изменяет условий задачи; кроме того, оно не обладает упругостью и поэтому сохраняет отпечаток круга.

Заметьте, что эти элементы решения непосредственно находятся на основе их *внутренних и очевидных связей* с условиями проблемной ситуации. Существует интимная связь между твердостью первоначальных двух предметов и введением третьего промежуточного вещества; между явлениями соприкосновения, а также деформации и местом окраски одного из предметов: между требованием не нарушать условия и тонким слоем промежуточного вещества; между сохранением явления, которое быстро исчезает из-за восстановления формы, и выбором вещества, которое не восстанавливает форму; между сферической формой шара и круглой формой деформированной поверхности и т. д. Короче говоря, элементы функционального решения выделяются очень четко, и они обусловлены соответствующими элементами проблемной ситуации (см. разд. 4).

Рассмотрим, далее, функциональные значения других, менее подходящих предположений: «фотографирование» (3а, 2в, 7г) связано с мимолетностью события и необходимостью запечатлеть его; «сделать шар или поверхность из мягкого вещества» (3б, 3в, 7б) обусловлено теми же соображениями; «измерение сжатия по вертикальной оси или расширения — по горизонтальной» позволяет применить дополнительные приборы и косвенно определить наличие деформации и т. д. Опять-таки укажем на интимную связь между деформацией и сжатием или расширением шара; между расширением и зажатием его

между двумя подвижными стенками (позволяющими регистрировать отклонение, (2д) и т. д.

Что касается сходных случаев, то ни один из них не встречался во время решения; те случаи, которые приводились после моего запроса, принадлежали в основном к той же области, что и задача. Это отличает их от «направленного» сходства, о котором речь будет идти ниже.

Задача с X - лучами. «Ваша задача состоит в том, чтобы определить, каким образом следует применить определенный вид X-лучей, имеющих большую интенсивность и способных разрушать здоровые ткани, чтобы излечить человека от опухоли в его организме (например, в желудке)».

4a. Защитить смежные участки от разрушения с помощью пластин. («Дело не в этом».)

б. Посыпать лучи через канал пищевода. (Намек: «Нарисуйте участок тела в плоскости сечения; интенсивность лучей в отдельных точках должна быть разная».)

в. Сделать участок с опухолью более восприимчивым путем инъекции. (Намек: «Нужно различать здоровые и больные ткани».)

г. Посыпать более слабые лучи с двух сторон, так, чтобы они пересекались в центре. (Он чувствует, что это не поможет, так как устраниены еще не все трудности (рис. 10). «Почему же вы посыпаете два луча по одному и тому же пути?»)

д. Есть! (Время около 20 мин.)

1а. Лучи разрушают также и здоровые ткани.

б. Сфокусировать их при помощи линз. («Допустим, у вас нет линз». Я нарисовал тело в плоскости сечения, чтобы сделать условия более наглядными.)

в. Передвигать аппарат так, чтобы лучи все время собирались на опухоли и не задерживались на других участках достаточно долго. (Когда он увидел, что я не удовлетворен ответом, он сказал: «Или можно поворачивать тело больного». Я сказал: «Оставьте ваш способ с вращением». Намек: «Возвратитесь к способу б». Длительная пауза. Затем я раскрыл решение, которое он сразу же понял. Время около 15 мин.)

2а. Предотвратить разрушающее воздействие лучей на другие ткани. *б.* Вскрыть тело.

- в. Обеспечить невосприимчивость здоровых тканей с помощью химических средств.
- г. Сделать участок опухоли наиболее восприимчивым.
- д. Сфокусировать лучи на опухоли при помощи линз. (Это хорошо, но все же лучи будут довольно сильными.)
- е. Рис. 11. (Время около 15 мин.)
- За. Применить лучи средней интенсивности. (В этом случае оба вида тканей будут реагировать одинаково.)
- б. Защитить другие ткани от разрушения. (Как?)
- в. С помощью каких-то химических средств.
- г. Обеспечить разную интенсивность лучей в различных участках тела. (Как?)
- д. Пустить лучи через канал пищевода.
- е. Снизить интенсивность лучей в здоровых участках тела при помощи других лучей, посыпаемых под определенным углом. Существуют ли такие лучи? (Рис. 12.)

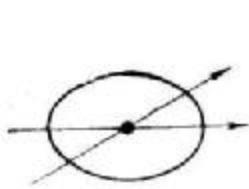


Рис. 10.

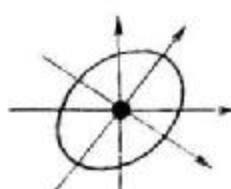


Рис. 11.

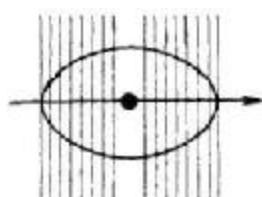


Рис. 12.

ж. Применить к опухоли химические вещества. (Длительная пауза. Я прервал эксперимент. Время 30 - 40 мин.)

Опыт был продолжен через месяц. Я напомнил прежние его предположения.

з. Посыпать лучи к опухоли со всех сторон, но тонкими пучками, так, чтобы разрушались только узкие полоски, которые могли бы легко восстанавливаться. («Откажитесь от разрушения здоровых тканей.»)

и. Путем нажатия приблизить опухоль к поверхности тела больного.

к. Сосредоточить лучи в центре. («А может быть, подходит как раз обратный способ?» Он сразу же понял

это. Намек: «Усовершенствуйте способ з при помо-
щи а».)

л. Сконцентрировать на опухоли более слабые лучи.
(Это решение не было неожиданным. Он сказал: «Я все
время думал, что лучи по мере их прохождения во
внутрь должны становиться слабее.»)

Анализ эксперимента. Понимание конфликта идет в
таком направлении: слишком сильный пучок лучей, буд-
дучи слишком сконцентрированным, очень сильно воз-
действует на здоровые ткани. Соответствующее функциональное значение наилучшего решения будет таким:
ослабить разрушающую силу лучей путем рассеивания
их по здоровым участкам, но усилить и сконцентриро-
вать их там, где разрушение необходимо. Отметим здесь
интимную связь между «ослаблением воздействия» и
«ослаблением путем утончения лучей» и т. д.

Интересными вариантами наилучшего решения яв-
ляются 1в (здесь связь между «не причинить вреда» и
«кратковременным воздействием») и 3з (связь между «не
прчинить вреда» и «разрушая только очень тонкие
полоски»).

Несмотря на фактическую неправильность предполо-
жений 3з, 3е и 4г, они являются довольно смелыми и
хорошими.

В пунктах 2б, 3д и 4б можно заметить связь между
«не причинить вреда» и «открыть доступ» (через опера-
ционное отверстие или канал пищевода).

Отсутствуют *Под. сл. до запр.* и *Под. сл. после запр.*
Испытуемые сами удивлялись тому, насколько строго
они придерживались конкретных условий эксперимента.

Задача со стенками сосуда. «Перед вами
находится сечение стеклянной трубки, имеющей очень

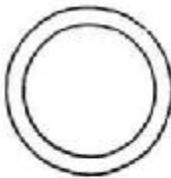


Рис. 13.

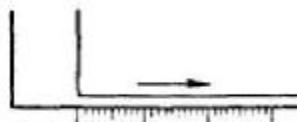


Рис. 14.

тонкие однородные стенки (рис. 13). Нужно измерить
толщину стенки с помощью устройства, показанного на
рис. 14.

Предмет берется руками; измеритель держится в правой руке. Шкала отсчета на измерителе начинается с 1 см. Одну руку нельзя приближать к другой меньше, чем на это расстояние».

3. (Никогда не встречал такого трудного случая, хотя раньше работал с этим инструментом.)

a. Взять предмет с известной толщиной стенки. («Известной толщины нет; все должно измеряться данным инструментом».)

b. Разломать трубку, измерить двойную стенку и взять половину от этой величины.

c. Измерить внешний диаметр, вычесть из него внутренний и результат разделить пополам. (Время менее 10 мин.)

1. (Решил ее сразу. Подобный инструмент применялся им для измерения размера ноги, однако он не вспомнил об этом до моего вопроса.)

2. Решил ее до того, как я стал описывать инструмент, так как он догадался о содержании задачи. Он думал, что внутренний диаметр будет слишком мал (рис. 15). *Под. сл. после запр.:* он вспомнил из своего опыта о случае, когда нечто слишком большое (!) не могло быть измерено прямым путем; следовательно, некоторая известная длина прикладывается к измеряемой. *Под. сл. до запр.:* неопределенное чувство чего-то знакомого.

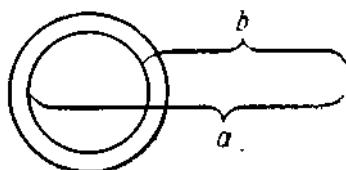


Рис. 15

5. (Решил ее сразу. Он знал только об инструменте.)

4a. Взять предмет достаточно большой, чтобы его можно было измерить, приложить его к стенке сосуда и вычесть его длину. («Такого предмета нет».)

б. Решение. (Время около 5 мин.)

Анализ эксперимента. В этом случае конфликт понимается приблизительно так: стенка слишком тонка, чтобы ее можно было измерить отдельно. *Функциональное значение* решения таково: нечто, имеющее достаточную величину и содержащее толщину стенки + измеримую величину. Здесь мы имеем случай, в котором даже полная реализация функционального решения предполагает-

ся условиями самой проблемной ситуации, т.е. формой трубы. Вспомним, что в задаче с шаром такая реализация, т. е. выбор пригодного вещества, частично перекрывала проблемную ситуацию и принадлежала ей только в своем функциональном значении. Это различие мы рассмотрим подробнее в разд. 4. Здесь лишь скажем, что функциональное значение решения и его реализация не обязательно должны представлять собой две разные стадии, особенно если сама реализация входит в проблемную ситуацию.

Задача с маятником. «Вам известно, что такое маятник. Вы знаете также, что он играет важную роль в часовом механизме. Чтобы ход часов был постоянным, колебания маятника должны быть строго постоянными. Должен сказать вам, что время колебания маятника изменяется в зависимости от его длины, которая в свою очередь зависит от температуры; повышение температуры вызывает удлинение, а понижение — уменьшение длины маятника; степень изменения длины зависит от материала, из которого сделан маятник. Любое изменение температуры вызывает соответствующее изменение длины. Напомню, что для нас единственным существенным фактором является длина маятника. Последний может иметь любую форму». (После вопросов и ответов, а также повторения отдельных пунктов задачи испытуемые полностью уяснили проблемную ситуацию.)

2. (Он знал о том, что вообще существует средство для компенсации длины маятника, но никогда не видел его и не слыхал, как этот механизм работает.)

а. Груз перемещается упором, который закреплен на нижнем конце стержня; упор расширяется по направлению вверх и сужается по направлению вниз соответственно; он должен быть сделан из вещества, которое расширяется (или сужается) сильнее, чем вещество, из которого сделан стержень (рис. 16). (Я не говорил ему о понятиях «груз» или «центр тяжести». Он знал их сам. Но поскольку мне хотелось включить в процесс решения все категории, которые были бы полезны, с этого момента они вошли в проблемную ситуацию. «Длина маятника — это расстояние от точек его крепления (оси) до цен-



тра тяжести; последний в данном случае представлен грузом, так как стержень практически не имеет веса. «Попытайтесь избежать перемещения самого груза».)

б. Груз прямо закрепляется на нижнем конце стержня и, таким образом, расширяется по направлению вверх. («Груз не должен этого делать».)

в. Груз перемещается с помощью термостата. («Это вариант ваших предложений *a* и *b*, основанный на знаниях физики. Попробуйте компенсировать расширение стержня с помощью этого же стержня»)

г. (см. рис. 17). Одно ли вещество здесь используется? Нет, так как в этом случае нижняя половина дли-



Рис. 17.

нного стержня не могла бы компенсировать своего расширения. Вещество, из которого сделан короткий стержень, должно расширяться сильнее. (Это предположение показывает, что испытуемый рассматривал длину как расстояние между опорой и грузом. Решение *g* отличается от действительного механизма часов (рис. 18). (Время около 30 -

40 мин.)

За. (Решил сразу: рис. 19). Он думал о физическом эксперименте, который год назад проводился им для изучения компенсирующих свойств металлов. Он был

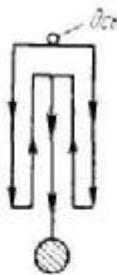


Рис. 18.

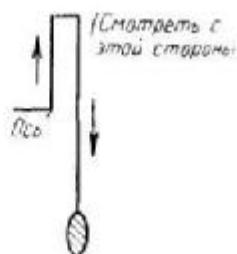


Рис. 19.

уверен, что этот опыт не имел близкого отношения к данному решению. Когда я показал ему стандартное

решение (рис. 18), оно показалось ему более знакомым, чем собственный вариант. (Обратите внимание на резкое различие между его и стандартным решением относительно всех внешних признаков. Каким глубоким должно быть понимание задачи, позволяющее перейти от стандартного варианта к данному!)

Под. сл. после запр. Подумал о производстве некоторых ламп, в которых используется специальный металл, имеющий тот же коэффициент расширения, что и стекло.

4. Этому испытуемому не давалась дополнительная инструкция, сформулированная в пункте 2а.

а. Он сделан из дерева, которое не расширяется, или нет?

б. Поместить маятник в условия, при которых устраиваются все нежелательные влияния.

в. Можно определить в каждом случае поправки на время.

г. Применить два противоположно реагирующих вещества (рис. 20а).

д. Когда маятник изменяет свою длину, он касанием включает какое-то устройство искусственного охлаждения или отопления (рис. 20б). («Касание будет влиять на колебания; и кто может поручиться за то, что устройство будет иметь постоянные характеристики?»)

е. Будет ли расширение стержня над осью компенсировать противоположно направленное расширение стержня под осью? (Рис. 21.)

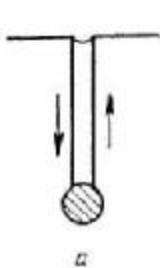


Рис. 20.

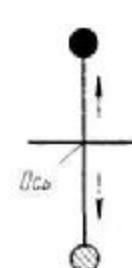


Рис. 21.

ж. Маятник расширяется по направлению вниз, а дуга, к которой он прикреплен,— по направлению вверх». («Вы забыли задачу. Она заключается не в том, чтобы

поддерживать конец маятника в постоянном месте (рис. 22), а в том, чтобы сохранять его длину постоянной.) Ту же ошибку однажды допустил я (см. рис. 23).

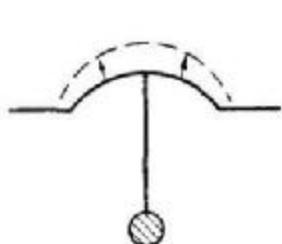


Рис. 22.

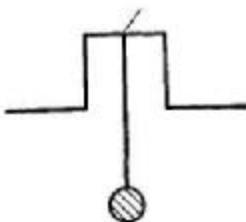


Рис. 23.

з. Когда маятник расширяется при повышении температуры, он погружается другим концом в холодную воду. (То же возражение, что и в пункте д.)

и. Стержень расширяется, в то же самое время расширяется и опора, которая скользит по стержню вниз (рис. 24). («Если стержень не закреплен, то скольжения не будет».)

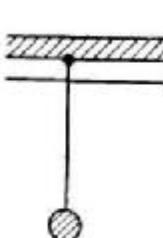


Рис. 24.



Рис. 25.



Рис. 26.

к. Маятник давит на какую-то опору, не позволяющую ему расширяться (рис. 25). (То же возражение, что и в пункте д. Длительная пауза.)

л. Прикрепить к грузу пластины, которые могут расширяться только в противоположном направлении (рис. 26).

(Здесь я прервал эксперименты. Испытуемый устал и не проявлял интереса к задаче; обратите внимание на

частые повторения отвергнутых предположений в слегка измененном виде. Разумеется, он понял решение, когда я показал его. Время более 1 часа.)

Анализ эксперимента. Понимание данной проблемной ситуации трудно выразить в словах. По крайней мере оно идет в следующем направлении: изменения слишком односторонние. *Функциональное значение* наилучшего решения (2 σ , 3 или стандартный способ) заключается в следующем: изменение длины в одном направлении компенсируется противоположным изменением длины чего-то такого, что принадлежит колебательному механизму (в отличие от пункта 4ж), но в то же время является самостоятельным элементом.

Обратите внимание на тесную связь между: «нейтрализацией изменений» и «применением чего-то такого, что изменяется в полном соответствии с исключаемыми изменениями» (компенсация); «переместить нечто» и «иметь опору вне того, что должно перемещаться», и т. д.

Рассмотрим интересный случай 4, где в каждом шаге есть что-то «хорошее». Существует тесная связь между «преодолением нежелательных воздействий» и «веществом, которое не реагирует на них» (4а); или «устранением их» и «вызовом последствиями нежелательных воздействий компенсирующих влияний» (4д), или «веществом, изменяющимся определенным образом» и «возможным существованием другого вещества, которое изменяется совершенно в противоположном направлении» (4г) и т. д.

Обратите внимание на очень интересные ошибки в 4ж и 4и. Связь между ними стала очевидной для меня впоследствии; мне сообщил о ней приятель. Я приведу ее здесь только для иллюстрации пункта 4и: стержень маятника представляет собой цепь, проходящую через трубку; отверстие в трубке служит осью для колеблющейся части маятника. Изменение длины трубы компенсирует изменение длины цепи. Это решение является непрактичным из-за наличия фрикционной передачи. Заметьте также, что есть решения, в которых постоянной сохраняется не геометрическая длина, а физическая, определяемая грузом (2а, б, в, 4л).

И еще: вариант, показанный на рис. 27, не является очевидным аспектом варианта, изображенного на рис. 28.

На основании описанных выше задач можно было бы прийти к выводу о том, что тесные, очевидные и поэтому сами себя обнаруживающие связи, позволяющие делать прямые решения, необходимо обусловлены



Рис. 27.



Рис. 28.

факторами пространства и времени. Действительно, в предыдущих случаях мы имели дело с определенными пространственными и временными (например, в задаче с шаром) зависимостями. Чтобы избежать этого предвзятого убеждения в дальнейшем, мы перейдем к задачам, в которых решающая роль принадлежит зависимостям иного рода.

Задача Марка Твена. «Однажды Гекльберри Финн покинул свой остров, чтобы узнать, как идут дела в его родной деревне. Для этого он переоделся в платье девочки. Он зашел в первую встретившуюся хижину; дома оказалась женщина. (Здесь я зачитывал два небольших отрывка из книги, в которых рассказывается, как Гекльберри вызвал у женщины подозрения своей реакцией на девичье имя и неумением вдеть нитку в иголку.) Представьте себя на месте этой женщины. Она, конечно, хочет узнать, с кем имеет дело: с мальчиком или девочкой. Что ей для этого нужно сделать?

Если вы не сможете сразу дать точный ответ, то скажите по крайней мере, каким общим требованиям должно удовлетворять окончательное решение?»

5a. Подпустить мышь, чтобы вызвать у «девочки» пронзительный крик. (Как это будет работать, в чем смысл этого решения?)

б. Заставить его действовать быстро и не задумываясь. (Еще что?)

в. Нужно сделать что-то такое, что заставило бы мальчика покраснеть.

4a. Заставить его делать то, что наиболее характерно для данного пола; например, привести другую девочку.

(После того как я зачитал ему, что сделала женщина, он сказал: «Да, она усыпила его бдительность».)

За. Рассказывать ему о разных событиях, все время возвращаясь к ним. (Это решение обусловлено путаницей имен, имеющей место в рассказе.)

б. Расспрашивать о женской одежде.

в. Сказать ему прямо в упор, что он лгун, и наблюдать за его реакциями.

г. Привести других девочек.

1а. Следить за реакциями, характерными для девочки; например, мальчик своеобразно реагирует на ласки. (Пауза. Я подбодрил его, сказав, что это еще не все.)

б. Создать необычную ситуацию, например, пустить в комнату мышь.

в. Заставить мыть посуду.

Анализ эксперимента. Понимание проблемной ситуации можно описать следующими словами: умный мальчик переоделся в платье девочки; в очень типичных условиях девочки ведут себя одинаково; мальчик должен был предвидеть, что он окажется в этих условиях, и подготовить себя для этого. Соответствующее функциональное значение решения заключается в следующем: поставить его в типичные условия, при которых оба пола ведут себя по-разному (5а, в, 4а, 3в, г, 1а); поставить его в необычные условия, когда предварительная подготовка окажется бесполезной или когда ситуация вызовет у него мальчишеские привычки (5б, 3г, 1б).

Эти предположения особенно хорошо показывают отличие двух аспектов полного решения. Один аспект возникает спонтанно из тенденции и условий проблемной ситуации. Этот аспект связан с мышлением. Чем глубже понимание проблемной ситуации, тем больше оно влияет на отыскание функционального решения, тем больше решение является делом мышления, а не привычного воспроизведения. Другой аспект связан с отысканием в памяти тех примеров, которые соответствуют функциональному решению, т.е. удовлетворяют его требованиям. Этот аспект имеет место только в случаях, когда решение перекрывает проблемную ситуацию (см. разд. 4).

Что касается сходства, то в случае с испытуемым 5 обнаружаются интересные явления. Они довольно

тиличны. Испытуемый одновременно думал о событии, которое вычитал из журнала: нужно было опознать канадского бандита среди двух арестованных, предложив им написать дату (канадец сделает это не так, как американец). Но испытуемый не вдавался в детали этого сходства даже после моего вопроса. Вероятно, это было чувство сходства, которое не отвлекало его в сторону от условий данной задачи. Заметьте также, насколько различны «элементы» этих двух проблемных ситуаций.

Важно отметить, что, когда я задал одному из дополнительных испытуемых (7) задачу с канадским бандитом, а затем (приблизительно через час) — задачу Марка Твена, сходство не обнаружилось до тех пор, пока он не сделал первого предположения: «Выделить характеристики поведения, отличающие один пол от другого».

Задача о луне. «Луна, находящаяся у горизонта, кажется больше, чем когда она находится в верхней части неба. Прежде психологи объясняли этот факт тем, что здесь происходит сравнение между двумя хорошо известными предметами. Какие у вас будут соображения, опровергающие это убеждение? Как следовало бы, по вашему мнению, подобрать условия, чтобы показать справедливость или ложность этой гипотезы?»

1а. Наблюдать восход луны над морем.

б. Смотреть через отверстие картонки, исключающее видение окружающих объектов. («Вы изменили условия».)

в. Сделать модели деревьев и т. д. и поместить их между наблюдателем и луной, стоящей высоко в небе. («Это очень трудоемкий путь».)

г. Наблюдать луну с гребня высокой горы. (Испытуемый не думал о подобных случаях или об общем способе доказательства. Для него были вполне осмыслены переходы от а и б к в и г.)

4а. Смотреть на луну, находясь в океане.

б. Фиксировать только луну и не видеть объекты. («Вы не сможете их не заметить вовсе».)

в. Расположить предметы, например карандаши, между глазом и луной, находящейся в зените. («Но карандаш не такой удаленный предмет, как деревья».)

г. Сравнить луну в зените с домами и деревьями, расположеннымными на высокой горе. (Изменение способа после пункта б было недостаточно осмыслено.)

- 2а. Наблюдать луну на фоне морского горизонта.
- б. Закрыть объекты от взгляда горизонтальной шторкой. («Предметы могут располагаться очень близко от вас».)
- в. Смотреть на стоящую высоко в небе луну через ветки деревьев.
- г. Я вижу только два пути: снять деревья с горизонта или поместить их высоко в небе.
- д. Деревья на горе.

(Испытуемый 2 сказал, что он имел в виду общий и часто применяемый способ контроля и варьирования условий.)

Анализ эксперимента. Понимание ситуации заключается в следующем: слишком много факторов входят в обстановку. Это не что иное, как непосредственный предшественник *функционального решения*: постепенно устранять их и наблюдать, что при этом происходит.

Обратите внимание на тесную связь между: «Каким же фактором обусловлено это явление — *A* или *B*?» и «Если фактор *A* исключить из ситуации, а явление все же будет иметь место, то оно не обусловлено этим фактором. Но если явление исчезает, то фактор *A* обуславливает его существование». (Здесь присутствуют все каноны Милля.)

Я хочу указать на тот факт, что эта задача несколько отличается от остальных, поскольку она является в какой-то степени стандартной, т. е. по крайней мере в некоторых случаях (см. исп. 2) процесс решения реализуется путем применения общего правила к варьируемым условиям.

Задачи, которые описываются в следующей части этого раздела, характеризуются теми же чертами, что и предшествующие; мы еще будем иметь много случаев для того, чтобы указать на эти характерные особенности. Сейчас нам нужно несколько расширить круг рассуждений. Мы хотим рассмотреть с экспериментальной точки зрения внутреннюю природу *функционального решения*. Прежде всего мне хотелось бы подчеркнуть, что ни к одному из даваемых мной определений функционального решения, так же как и к определению понимания, нельзя подходить буквально. Эти определения давались лишь для того, чтобы обозначить существенное содержание различных процессов.

Функциональное решение и понимание не являются какими-то направляющими «психическими» силами или навязчивыми «идеями», а только выражают то, что должно рассматриваться как детерминирующий фактор мышления. Еще менее явно они представлены для мыслящего субъекта, хотя каждый, кто решает или решал задачи, смог бы узнать в соответствующих формулировках существенные черты того, что при этом имело место. Из-за чисто лингвистических аспектов формулировок возникает вопрос: является ли функциональное решение *абстрактным* («общим способом решения», с точки зрения Зельца)? Представляет ли оно что-то неизменное среди различных конкретных условий (см. выше о процессе «приложения») или оно всецело возникает из данной проблемной ситуации? Чтобы избежать недоразумений, укажем, что термин «абстрактный» означает здесь полную оторванность от любой конкретной ситуации, кроме того случая, когда происходит процесс приложения; иначе говоря: абстрактное не вырастает из конкретной ситуации, а прикладывается к ней извне. (Если понимать термин «абстрактный» в другом смысле, то во всех случаях функциональное решение будет абстрактным, поскольку оно вычленяет существенные черты конкретного решения.)

Если бы функциональное решение являлось одним из элементов автономного множества абстракций, то мы вправе были бы ожидать, что две необычные задачи, функциональные значения которых с точки зрения принципа абстракции абсолютно одинаковы, влияли бы друг на друга сильнее и по-другому, чем это было в наших экспериментах. Несомненно, что если два одинаковых действия совершаются одно за другим, причем каждое из них протекает без больших отклонений и более или менее автоматически, то одно действие не будет вызывать другого. Например, если я считаю число 10 или даже решаю задачу, которая не представляет серьезных трудностей, я не думаю, и мне не нужно думать о подобных случаях, когда, скажем, я встретил последний раз число 10 или решал аналогичную задачу. Но если из двух задач обе или по крайней мере вторая из них очень необычны, трудны и соответственно требуют напряженного мышления, а функциональные решения их с точки зрения принципа абстракции совершенно одинаковы,—

как объяснить, что, по крайней мере в тех случаях, о которых речь будет ниже, вторая задача не становится легкой? Идентичность не замечается случайно в процессе решения. Более того, даже если вторая задача была решена с большим трудом, то никакого спонтанного воспроизведения предыдущей задачи не наблюдается. Даже после моих вопросов о каких-либо подобных случаях, как правило, ничего подобного не замечается. И, наконец, в некоторых случаях я мог даже направлять внимание испытуемых на только что решенную аналогичную задачу; и здесь требовалось много времени (хотя обе задачи уже были решены), чтобы заметить сходство принципов решения.

Можно ожидать такого возражения: отсутствие осмыслинного приложения абстрактного принципа не означает еще отсутствия его влияния на данную задачу (например, влияния на нервном уровне). Я отвечаю: если на минуту отвлечься от крайне важной особенности нашего эксперимента (две задачи давались из одного и того же типа задач, иногда даже прямо смежных; каждая задача требовала большой концентрации усилий и занимала много времени), то как объяснить тот факт, что после моей просьбы посмотреть на другую задачу и сказать, нет ли в ней сходства с первой, испытуемый с большим трудом выделял общий принцип? Обычно это случается, когда две задачи принадлежат совершенно различным областям.

В своей работе «Ueber das Denken der Naturvoelker» Вергтаймер приводит пример, иллюстрирующий различие между абстрактным «понятием» и конкретным «типов». Любой человек может узнать «четырехугольник» среди большого их разнообразия (большой, маленький, широкий, высокий, лежащий), но понятие того, что фигура, имеющая 2 м в длину и 1 см в ширину, является четырехугольником, требует совершенно абстрактного определения «четырехугольника». Мы видим, что то же самое справедливо и для наших задач. Различие между случаями, подобие которых обусловлено принадлежностью к одному и тому же типу, и случаями, сходство которых обнаруживается лишь после вычленения абстрактного принципа решения, не могло бы иметь места, если бы функциональное значение как таковое не отличалось от абстрактного принципа. Мы еще увидим,

что абстракции надстраиваются над функциональным решением и поэтому никак не могут быть его фундаментом.

Но пусть заговорят наши эксперименты. После того как я собрал значительное число задач, мне нужно было найти такие, которые были бы подобны между собой и в то же время имели бы один и тот же принцип решения. По понятным причинам эти параллельные задачи оказались легче, чем их предшественницы. Поэтому, за редкими исключениями, они давались вначале.

Задача, параллельная задаче с X -лучами, формулировалась так: «Представьте себе большой город, в одном из концов которого находится большая площадь. Однажды на площади произошло странное и очень занятное событие. Оно привлекло к себе тысячи людей, и так как главная улица была самой широкой и удобной в городе и вела прямо на площадь, полицейским органам нужно было найти способ предотвращения блокады движения по Главной улице, которая была запружена толпами людей. Какой способ предложили бы вы?» (В тех случаях, когда давался чертеж, он выглядел так, как показано на рис. 29; он сопровождался сло-

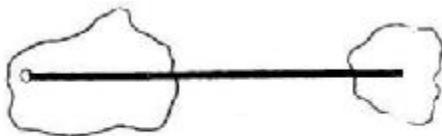


Рис. 29.

вами: «Возьмите любой город, который вы желаете; это обычный город; все люди стремятся идти на площадь по главной улице.») 1. (*С пом. эксп.*)

а. Оградить тротуары. («Хорошо, но как быть с идущей толпой?»)

б. Направить движение людей окольными путями.

В качестве третьей задачи после этой (спустя час) я дал ему задачу с X -лучами; процесс ее решения описан выше. Сразу же после решения я спросил испытуемого об аналогичном случае; он ничего подобного не вспомнил. Затем в стороне от изображения сечения тела я написал слова «город» (это был намек), потом—

«Главная улица» и, наконец,— «площадь». В этот момент он вспомнил о задаче с городской площадью, не заметив, однако, никакого сходства. Я спросил его: «Что соответствует главной улице?» Он сразу же понял, в чем дело, и получил четкое представление об абстрактном принципе решения.

- 7а. (*Б. пом. эксп.*) Преградить людям доступ.
б. Перенести зрелище за пределы города.
в. Привлечь дополнительные силы для регулировки движения.

- г. Заставить толпу все время проходить вперед.
д. Послать людей в обход по окольным улицам.

(Он сказал, что имел в виду это решение с самого начала, но затем отклонил его из-за некоторого замечания со стороны экспериментатора.)

Сразу же вслед за этим я дал ему задачу с X -лучами (*Б. пом. эксп.*). Я не буду приводить его предположений ввиду их сходства с теми, которые уже упоминались. Четвертым было предположение о фокусировке лучей. Я спросил его: «Вы имеете в виду аналогичный случай?» — «Да, когда я говорил о фокусировке, я думал о линзе». — «А видите ли вы сходство этой задачи с другими?» — «Да, она похожа на задачу с городом, но я не думал о ней раньше».

За. (*С пом. эксп.*) Ограничить число людей, послав некоторых по обходным дорогам.

В качестве второй задачи после этой мы перешли ко второй части решения задачи с X -лучами (начиная с пункта Зз и дальше). После пункта и я неожиданно спросил его, возникали ли у него какие-либо представления при решении задачи с городской площадью. Затем он продолжал решение задачи с X -лучами. После пункта к я спросил его прямо: «Вспомните теперь о задаче с городом; не поможет ли она вам в решении?» Это был первый раз, когда он вспомнил о задаче с городом в связи с данной задачей; ему потребовалось еще немного времени, чтобы полностью понять идентичность принципов решения.

В тех случаях, когда я давал вначале задачи с X -лучами (*Б. пом. эксп.*), а затем задачу с городской площадью, имело место то же самое, что и при обратном порядке. У испытуемых 2 и 6 внимание было вначале направлено на задачу с X -лучами, но затем они сразу

усматривали сходство («Ага!»). (В случае с испыт. 6 задача с городом давалась *Б. пом. эксп.*, а в случае с испыт. 2 — *С пом. эксп.*) Испытуемому 5 я предлагал задачу с *X*-лучами за 2 месяца раньше, чем вторую задачу, и не имел в виду экспериментальные цели (*Б. пом. эксп.*); он заметил сходство между задачами, но уже после решения второй задачи. Испытуемый сказал, что, по-видимому, он думал о первой задаче как о совершенно посторонней относительно других задач. В случае с испытуемым 5 (интервал между задачами равнялся 5 неделям) сходство было замечено после того, как была нарисована одна обходная дорога. Здесь это обусловлено полным подобием двух чертежей. Это заставило меня в дальнейшем давать только один чертеж в двух параллельных задачах, чтобы избежать влияния посторонних факторов.

В другую пару задач входили:

Задача о краже. «Предположим, что кража имела место в этом участке города «I» в 11 час. 40 мин. Человек, подозреваемый в совершении ограбления, живет в соседнем городе «II». Какое основание должен иметь адвокат для оправдания своего подзащитного?»

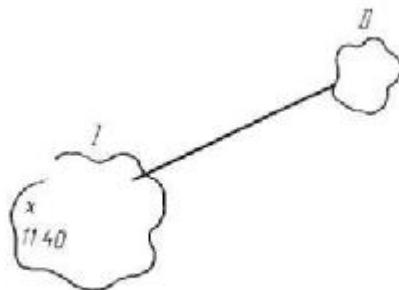


Рис. 30.

Задача о движении глаз. «Знаете ли вы, что такое стробоскопический эффект? Если стимул, экспонируемый в поле вашего зрения, внезапно исчезает и затем появляется в другом участке поля зрения, причем между двумя экспозициями имеется очень короткий временной интервал, вы ясно замечаете движение стимула, направленное от первого места предъявления ко второ-

му. Психологи обычно объясняют это тем, что глаза совершают движение между двумя этими участками. Ваша задача состоит в том, чтобы опровергнуть эту теорию. (Вы знаете, что такое движение глаз. Если держать голову неподвижно и следить, например, за движущимся автомобилем, то для того, чтобы его фиксировать взглядом, нужно, чтобы глаза все время двигались. Разумеется, оба глаза движутся одновременно. Об этом вы знаете из собственного опыта, так что я больше не буду останавливаться на деталях.)»

2а. Нужно показать, что в 11.40 человек был в другом месте или что он был где-то около этого времени, так что в 11.40 он не мог находиться в месте ограбления. («Хорошо. Предположим, что подозреваемый человек в ту же ночь был в своем городе. Какое конкретное доказательство здесь необходимо?»)

б. Расстояние между городами больше, чем то, которое можно преодолеть за это время. (Он имел в виду максимальные скорости средств передвижения. *Под. сл. после запр.:* Я думал о средствах передвижения между большим городом и тем, в котором он живет.)

После решения двух других задач (по 20 мин.) ему была дана задача о движении глаз.

а. С помощью фотокамеры узнать, имеют ли место движения глаз.

б. Два движения в противоположных направлениях. (Он сказал, что, вероятно, слыхал об этом методе на лекции. Однако он не знал, в какой связи говорилось об этом методе. «Можете ли вы немного уточнить б?»)

в. Смотреть одним глазом или разделить поля зрения обоих глаз с помощью стереоскопа. (Длительная пауза. Затем я намекнул: «Стробоскопический эффект требует очень короткого интервала между экспозициями».)

г. Стробоскопический эффект должен быть быстрее, чем движение глаз. (После вопроса о сходном случае он сказал: «Мне известен принцип доказательства противоречивости». — «Вспомните о задачах, которые вы решали раньше». После этого он привел задачу, в которой цель (а не решение) заключалась в том, чтобы увеличить скорость последующей экспозиции светового стимула. Он имел в виду, что эту задачу можно было бы применить для того, чтобы достичь стробоскопический эффект быстрее, чем движение глаз. «Теперь вспомните о

задачах, которые решались вами сегодня». Он сказал: «Задача о краже!» (имелась в виду связь ее с пунктом 2 σ). Сходство быстро уяснялось. Затем я напомнил о пункте 2 δ . Он был удивлен таким близким сходством.)

4 a . (Не приводится.)

б. Если его видели в своем городе в 12 час, а то расстояние между городами должно быть больше, чем то, которое можно преодолеть за 20 мин. (Время около 5 мин.) После решения двух других задач (30 мин.) он приступил к задаче о движении глаз.

а. Вспомнил о методе Мюллера - Лайера: экспозиция длится меньше времени, необходимого для движения глаз. (Это нельзя рассматривать как пример аналогичного случая, который вспомнился до моего вопроса и перед решением, так как этот метод не подобный, а идентичный.)

б. Точка фиксации.

в. Фотографирование движения глаз.

г. Монокулярное зрение. (Отклонил его тут же как ложное и глупое решение.)

д. Показать, имеется ли зависимость между разной скоростью движения глаз и стробоскопическим эффектом. («Скорость движения глаз определять не нужно». Пауза.)

с. Перемещать глаза в направлении, противоположном стробоскопическому эффекту.

ж. Неожиданная экспозиция точки в противоположном направлении. (В пунктах ж и з содержатся зерна наиболее остроумного решения: вызвать несколько движений в разных и противоположных направлениях; я хотел уточнить его предположения, но он оставил этот путь.)

з. Вызвать стробоскопический эффект в таком направлении, чтобы красная бумага, которая благодаря периферическому зрению вначале кажется серой, в конце движения стала казаться красной, если движение глаз имеет место. Тогда мы по крайней мере узнаем, присутствуют движения глаз или нет.

Сходство с параллельной задачей было замечено после моего упоминания о ней. Вначале он считал его слишком далеким, затем, поразмыслив, согласился, что сходство довольно близкое, сказав при этом, что «оно не приходило мне в голову». Он заметил, что это сход-

ство значительно помогло бы ему в решении второй задачи, если бы он смог сделать перенос. «Не странно ли, что во всех задачах, которые вы мне давали, я был привязан к данным условиям и ни разу не вспомнил о том, что мне известно было раньше!»

5а. Доказать, что он был в своем городе или близко от него. («Определите, как близко.»)

б. В пределах наикратчайшего времени, в течение которого можно было бы добраться из одного города в другой. («А если этого нельзя доказать, можно ли считать его виновным?»)

в. Нужно доказать, что во время ограбления он был в другом участке города.

В этом случае параллельная задача давалась через 15 мин.

а. Поворачивать голову, оставляя глаза в том же положении. («Да, но как доказать, что они остаются на месте?»)

б. Вызнать одновременно два противоположно направленных движения.

в. Отнести произвольные движения глаз за пределы пятна зрительного поля. Будет ли в этом случае иметь место данное явление? («Вы изменили условия.»)

г. Взять два разных стимула, например красное и зеленое пятна. Тогда, вероятно, движение глаз останется, а стробоскопический эффект исчезнет. («Нет, он тоже останется». Подсказка: «Для стробоскопического эффекта необходим очень короткий интервал между двумя экспозициями».)

д. Показать, что движения глаз в это время не имеют места.

Когда я спросил о подобных случаях, он ничего не мог вспомнить. Что касается сходства с задачами, решенными в тот же день, он сказал: «В каждой из них есть фактор времени». (Перед этим он решал задачу, в которой говорилось о времени.) Когда я обратил его внимание на задачу с *кражей*, он заметил существенное ее сходство с пунктом *д* в данной задаче. Когда я спросил его о сходстве с пунктом *б*, оно стало для него совершенно ясным.

Теперь рассмотрим случай, когда экспериментатор произвольно вызывает перенос. Испытуемый З решил задачу о краже почти так же, как это было описано

выше. Сразу же вслед за этим он приступил к задаче о движении глаз. Он сделал шесть предположений, аналогичных предположениям других испытуемых. Однако он не упоминал ни о противоположных движениях, ни о скоростной зависимости. После длительной паузы я сказал ему: «Попробуйте найти помощь в задаче с кражей. Вы ведь помните ее решение». Он почувствовал сразу же, что «одна задача связана с другой». Пять раз он терял нить решения, впадал в заблуждения, думал больше всего о тех предположениях, в которых говорилось, что подозреваемый был замечен в данное время в другом месте, а не о связи со скоростью движения, которая, безусловно, ближе к данной задаче.

Затем он понял: «Измерить скорость движения глаз. Если две скорости неодинаковы, причем движение глаз осуществляется более медленно, то теория неверна». («Прекрасно. Могли бы вы теперь найти другое решение, параллельное вашему предположению о том, что «необходимо доказать присутствие человека в другом месте?») «Да, нужно совершать движения глаз в сторону от стимула».

Он хорошо знал, что совершал перенос принципа первого решения на вторую задачу. Он снова и снова пытался найти нить аналогии. Таким образом, он просто совершил произвольный перенос, основанный на процессе абстрагирования.

Сравним эти «вызванные» сходные случаи с теми, которые возникают в представлении либо случайно, либо после моего запроса: направляющее устройство для пропиливания щелей (в задаче - на высверливание отверстий); мяч в луже или окрашивание подшипников (задача с шаром); измерение длины большим устройством, состоящим из известной и измеряемой величин (задача со стенками сосуда); выбор металла, имеющего тот же коэффициент расширения, что и ламповое стекло (задача о маятнике); опознание канадского преступника (в задаче Марка Твена) и т. д.

Первое и наиболее отчетливое впечатление от этих сравнений состоит в том, что более случайные сходства оказываются значительно «ближе», более интимными и «естественнymi». Они принадлежат какой-то одной и той же области (например, измерению величин, физическим явлениям, опознанию людей и т. д.), в отличие от

двух пар параллельных задач, которые давались экспериментатором, особенно в случае последней пары.

Отсюда можно сделать вывод: *функциональное значение индивидуального решения* с самого начала не может являться абстрактным. Абстрактные варианты функциональных решений для двух описанных выше параллельных задач являются даже более близкими и идентичными, чем при случайных представлениях о сходстве. Абстракция является вторичным и специфическим процессом, который совершается только тогда и в той мере, когда и в какой он необходим. Она основана на функциональном решении, а не наоборот. Абстракция есть не что иное, как функциональное решение, оторванное от всех ограничений реальности. В любом из рядов сходных случаев имеется постепенный переход к абстрактным понятиям, посылкам и правилам. Хотя функциональное решение отличается своей удивительной гибкостью, оно все же сравнительно узко. Невозможно, чтобы наука (не только математика или физика) остановилась на стадии функциональных решений. Абстракция имеет свое неоценимое значение и специальные цели, но с психологической точки зрения она отнюдь не является критерием мышления. Она является вторичным процессом, корни которого уходят в понимание конкретного события; именно это и имеет место в функциональном решении. Последнее является не более абстрактным, чем очень краткая и хорошая биография.

Игнорирование этого психологического аспекта частично вызвано опасной тенденцией в традиционной логике рассматривать индукцию (т. е. выведение общих законов из частных случаев) как процесс повторения, а не как процесс научного проникновения в конкретные события, проверяемого затем в других наблюдениях.

Я должен подчеркнуть, что различие между функциональным решением и абстрактным принципом решения ни в какой мере не затрагивает нашего первоначального определения «гештальта» и «понимания». В тех случаях, где сходство обусловлено скорее выделением абстрактного принципа, чем конкретным диапазоном функционального решения (у Вертгаймера это соответствует «типу»), оно, конечно, не будет увеличиваться, если перенести некоторые элементы из одного случая на другой.

Остановимся кратко на последней паре параллельных задач, которую мы отдельно еще не рассматривали. Задача на движение глаз состоит из двух подзадач. Первая относится к тому же типу задач, что и задача с луной. Испытуемый стоит перед следующей дилеммой: «Чем обусловлен стробоскопический эффект: движением глаз или некоторым другим, более центральным фактором?» Процесс понимания идет в том же направлении, что и в задаче с луной: по-видимому, здесь имеют значение оба фактора, но один из них является излишним для решения. Соответственно принимается *функциональное решение*: полностью исключить движение глаз. Если при этом стробоскопический эффект будет по-прежнему иметь место, то он обусловлен определенным центральным фактором.

Нас не интересует здесь первая часть задачи, поскольку в полную противоположность задаче с луной в ней еще нет полного понимания всей проблемной ситуации. Первая часть является только вступлением ко второй подзадаче: как создать условия, исключающие движение глаз? Имеется также другой вариант второй части: как можно проверить, действительно ли движение глаз имеет место и происходит ли оно в соответствии с выдвинутой вначале гипотезой (*2a; 4в, д, е, и; 5б*)? В пункте *5г* имеется еще один вариант постановки вопроса: как вызвать движение глаз, исключив в то же время (вероятные) условия, которые являются причиной центрального фактора?

Разберемся в проблемной ситуации, заключающейся в том, чтобы исключить движение глаз. *Понимание* ее состоит в следующем: имеется слишком много условий, сопутствующих движению глаз. Последнее необходимо протекает во времени. Это время должно быть слишком велико. Каждый раз движение глаз осуществляется по одной линии. (Читатель вспомнит, что соответствующие сведения давались при изложении задачи.) В данных условиях как раз имеется только одна такая линия. Отсюда возникает *функциональное решение*: сделать время настолько коротким, чтобы движения глаз отсутствовали; или: вызвать в одно и то же время несколько стробоскопических эффектов.

Читатель может спросить: «Действительно ли вы уверены в том, что так именно и рассуждают ваши испы-

туемые? Может быть, такое понимание необязательно?» Я отвечаю. Основные особенности связей, выраженных в этих рассуждениях, сами по себе действительно довольно искусственны. Содержание решений, описанных выше, подтверждает это. Более того, ни один из моих испытуемых не мог бы понять, что в этих формулировках выражены существенные особенности того, что имело место феноменологически; и это неважно, что они были сделаны уже *после* принятия решения и более или менее «скаккообразно». Теперь мы с точки зрения современной науки должны установить психологические соответствия тому, что происходило в феноменальном мире. (Бихевиоризм так ловко разделался с проблемой сознания как раз потому, что в противном случае в его теорию не вошло бы так много эмпирической воды.) Теоретический ключ дает нам гештальт-психология: феноменальный процесс связан с соответствующим психологическим процессом, но не посредством элементов и не посредством идентичных элементов (да и как бы это могло быть, если единица химического преобразования или единица электрического процесса не соответствуют единицам сознания); эта связь выступает как гештальт, как функциональное целое. С точки зрения функциональной зависимости внутри каждого целого (психологического и феноменального.— Прим. перев.) они представляют собой одно и то же.

Таковы наши замечания по поводу формулирования понятий *функционального решения и понимания*. Возвратимся теперь к задаче с движением глаз. Имеется тесная связь между единичностью вещи и тем, что она не может быть в двух разных и противоположных местах (независимо от того, один ли это человек или одно движение). Такая же тесная связь имеется между медленной скоростью движения или большим расстоянием и тем, что движение (или человек) не может покрыть данное расстояние за короткое время, и т. д.

4. Теоретические выводы

Что означает «внутренняя или очевидная» связь? Читатель, вероятно, заметил, что именно с этим вопросом связана вся сущность нашей проблемы.

До сегодняшнего дня корни психологической науки уходят далеко в глубь философии Юма, так далеко, что существует даже тенденция забыть о ней все. Первым, кто сделал критические выводы из этой философии, был Макс Вертгаймер.

Философия Юма основывается на следующем тезисе: «Одно событие следует за другим, но мы не можем никогда узнать, что связывает их. Они кажутся всегда сопутствующими, но не связанными». «Если имеется естественный объект или какое-либо событие, то мы не можем с помощью проницательности или понимания этих явлений и без всякого опыта раскрыть или просто догадаться о том, что из них следует; нельзя выйти за пределы объекта, который непосредственно представлен в памяти или дан органам чувств».

Никто не станет отрицать, что большинство приводимых Юмом примеров подтверждают его тезис. «Из того, что вода текучая и прозрачная, Адам... не мог бы сделать вывод о том, что она погубит его; из того, что огонь излучает тепло и свет, он также не мог знать, что он его уничтожит». Подобно этому не существует (непосредственно сознаваемой) связи между воспринимаемыми качествами хлеба и тем фактом, что он съедобен для человека. «...Иначе говоря, когда на основании множества примеров мы узнаем, что две вещи всегда сопутствуют одна другой (пламя и тепло, снег и холод), то, например, при повторном восприятии пламени или снега мы по привычке заключаем о том, что следует ожидать тепла или холода»².

До сих пор все было хорошо. Прямые ассоциации являются тем мостом, который соединяет прорыв между так называемыми «ощущаемыми качествами» и «неведомыми силами». Но никогда слепое обобщение не было настолько опасным, как в философии Юма. Действительно ли все связи в природе являются связями между «ощущаемыми качествами» и «неизвестными силами» (например, между цветом или формой пламени и тем фактом, что оно обжигает мои пальцы)? Неужели всякая очевидность (или всякая непосредственность для индивида) связи между объектами и качествами или

¹ «An Inquiry concerning Human Understanding», sec. 7, part 2.

² Ibid., sec. 5, part 1.

между данной проблемной ситуацией и ее решениями является делом привычки, прошлого опыта, врожденной способности, короче — делом ассоциации? Здесь мы подходим к последнему и самому строгому определению нашей проблемы: действительно ли неврожденная связь между проблемной ситуацией и решением необходимо обуславливается тем фактом, что это решение прежде уже приводило к данной цели?

Во всяком решении задачи мы должны различать три стороны:

- 1) проблемную ситуацию;
- 2) ответное действие как определенное событие или действие организма;
- 3) тот факт, что ответное действие практически удовлетворяет условиям ситуации.

Все теории мышления (за исключением гештальт-психологии, основные положения которой по этому вопросу лучше всего изложены в работе Кёлера «The Mentality of Apes») так или иначе пытались объяснить связь между пунктами 1 и 2, ссылаясь на пункт 3 (появившийся после философии Юма). Мы будем называть эти теории «теориями третьего фактора» или «теориями, основанными на привлечении внешних опосредствующих факторов» (внешних относительно связи между 1 и 2). Вот краткий перечень понятий, применяемых представителями этих теорий к решению задач:

Частота: правильная реализация повторяется чаще.

Новизна: ряд проб заканчивается после правильной реакции.

Эмоциональность или возбудимость: в этом случае правильная реакция приводит к цели.

Прошлый опыт: с его помощью правильная реакция отличается от других возможных реакций.

Ассоциация по смежности: обеспечивает тесную связь между проблемной ситуацией и правильной реакцией.

Повторение: правильная реакция повторяется снова и снова, если повторяется соответствующая обстановка.

Информация, передаваемая людьми и с помощью книг: с ее помощью контролируется то, что передается из поколения в поколение в устном или письменном виде.

В психологии существует другая разновидность «третьего фактора»: конституция разума (организма). Примеры: «наследуемые рефлексы», «инстинкт», «типы наследственности» (Уотсон). Несомненно, организм имеет определенное «строение», однако приравнивание незаученной реакций к реакции, обусловленной первичными нервными образованиями, является прямым беззаконием. (Я думаю, читатель поймет, что теории третьего фактора доминируют во всей психологии. Они даже выходят далеко за пределы психологии, однако мы не будем здесь останавливаться на этом.)

Я не собираюсь утверждать, что указанные выше третий факторы не играют никакой роли в разрешении проблемной ситуации. Я не хочу, чтобы здесь имело место недоразумение. Безусловно, они играют свою роль в тех случаях, о которых говорит Юм (в дальнейшем мы будем называть их юмовскими случаями), т. е. когда не существует никакой связи, относящейся к *содержанию* проблемной ситуации и *содержанию* решений. Кроме того, они имеют большое значение для безошибочных, автоматизированных, короче — для заученных и привычных образований. Но важно ясно понять тот факт, что теории третьего фактора, например ассоциализм, объясняют связывание *любой* реакции с *новой* ситуацией одним условием: реакция изменяется в зависимости от вызванного ею эффекта. Таким образом, совершенно не имеет значения, каково внутреннее отношение между реакцией и проблемной ситуацией. Их содержание может быть совершенно «случайным по отношению друг к другу», как это действительно имеет место в юмовских случаях.

Рассмотрим теперь неюмовские случаи¹. Задача состоит в том, чтобы вынуть круглый шар из ящика. Для этого даются четыре палки (рис. 31). Здесь подходят 1 и 2, а 3 и 4 не подходят. Конечно, имеется внутренняя и очевидная связь между круглой формой шара и округленным концом палки 1; между «доставанием» шара и вилообразной формой палки 1; между узким расстоянием, отделяющим вертикальные стенки ящика, и поддержанием круглого конца палки в вертикальном положении во время опускания ее в ящик. Можно ли этот

¹ Lipmann und Bogen, Naive Physik, 1923.

случай поставить рядом с юмовским? (Сравните с этим¹ и другими неюмовскими случаями такое заявление: «Было бы так же несерьезно ожидать, что индивид решит задачу, для которой у него нет сенсомоторных данных, как пытаться говорить на языке, которого не знаешь».)



Рис. 31.

Или возьмем любую из задач, которые Кёлер ставил перед обезьянами; снова просмотрите все задачи, о которых говорилось выше. Почему они не подходят под юмовские случаи? Потому что в юмовских задачах проблемная ситуация непонятна (см. «неизвестные силы»). Таким образом из существования данного вещества (см. задачу с маятником) можно сделать вывод о том, что оно расширяется при повышении температуры, сужается при ее понижении, сужается и расширяется на такую-то величину при таком то изменении температуры, сужается и расширяется больше или меньше, чем другие вещества? Этого вывода сделать нельзя, так как в проблемной ситуации молекулы и их взаимосвязи не представлены. «Текучесть и прозрачность» воды не имеют ничего общего с судьбой человека. Большинство юмовских случаев связаны как раз с молекулярной сферой, т. е. с неизвестными силами в психологической проблемной ситуации.

Я хочу подчеркнуть тот факт, что связи, открывающиеся нам с помощью инсайта, не обязательно являются на 100% очевидными. В этом случае отсутствовала бы даже необходимость в теории, которая провозглашала бы лишь роль *непосредственного* внушения при решении задач. Вполне достаточно того, что благодаря проблемной ситуации правильная реакция делается спе-

¹ A. P. Weiss, A theoretical Basis of Human Behavior, 1925, p. 327, 328.

цифически отличной от огромного числа других возможных реакций. Таким образом, употребление палки 1 в задаче с доставанием шара внушается сильнее, чем, например, использование палки 4, или акт чихания, или нажатие кнопки.

Теперь мы можем дать первую часть нашего определения мышления (в которой имеется необходимый, но еще недостаточный критерий): *благодаря инсайту существенные черты феноменального содержания непосредственно определяются (внушаются) внутренними свойствами стимулирующего материала.* (Это определение никак не связано с понятиями «идеи» и «замещающего процесса».)

Отсюда, в частности, следует, что решение задачи обусловлено инсайтом в той мере, в какой его существенные черты, удовлетворяющие задаче, непосредственно определяются существенными особенностями проблемной ситуации.

Поскольку инсайт связан со стимулирующим материалом, то в каждом конкретном случае инсайта нужно определить соответствующий материал. Приведем несколько примеров для иллюстрации этого положения. Каждая единица, скажем находящаяся в поле зрения, является инсайтной или по крайней мере связана с изображением на сетчатке. В специальном эксперименте с больными гемианопсией в верхней части полукруга показывались части простых фигур, которые должны были посредством инсайта связываться с соответствующими частями, показываемыми в центре полукруга¹. Здесь инсайт не относится к изображению на сетчатке, поскольку соответствующая часть последнего совершенно отсутствует для субъекта. В таких суждениях, как «круг «не является прямоугольником» или «Ницше не является автором „Германа и Доротеи“», предикат должен быть инсайтным для субъекта, выносящего эти суждения. С другой стороны, заявление о том, что «Петр существует», является инсайтным относительно реальных доказательств, которые я имею в своем распоряжении. Сам по себе процесс, который ведет от стимулирующей ситуации к ответному действию, может быть назван

¹ W. Fuchs, Untersuchungen über das Sehen der Hemianopiker und Hemiambylopiker, «Zeitschr. f. Psych.». 86.

инсайтным, если он непосредственно определяет содержание действия, соответствующее существенным чертам данной ситуации. В схеме «стимул-реакция» необходимо допускаться, что стимул может только освобождать готовую реакцию, обусловленную наследственностью или возникающую в результате научения; поэтому гештальттеория ни на минуту не поколеблется отвергнуть эту схему как бесполезную абстракцию.

Далее, возникают вопросы: что отличает мышление от других инсайтных процессов? Мысление характеризуется следующим:

- 1) так называемым исследованием проблемной ситуации (S) и
- 2) наличием задачи (P).

В проблемном ситуации обязательно чего-то недостает (иначе она была бы не проблемной, а простой ситуацией), и это недостающее звено должно быть найдено с помощью мыслительного процесса. (Приведенный выше случай с изучением гемианопсии нельзя относить к процессу мышления, поскольку в нем нет определенной задачи (P).)

Дадим полное определение мышления: *мышление — это процесс, который посредством инсайта (понимания) проблемной ситуации (S, P) приводит к адекватным ответным действиям (M).* («Хорошие ошибки» также являются адекватными действиями.)

Чем глубже инсайт, т. е. чем сильнее существенные черты проблемной ситуации определяют ответное действие, тем более интеллектуальным оно является.

В неюмовских случаях M может быть найдено посредством «его определенных формальных связей с ситуацией в целом» (Вертгаймер). С точки зрения нашего определения, M внутренне и непосредственно определяется существенными чертами целостной проблемной ситуации.

В юмовских случаях мышление невозможно. Бихевиористские проблемные клетки и лабиринты стоят в одном ряду с юмовскими случаями; конечно, это не значит, что они не отвечают своим собственным задачам. Наши экспериментальные результаты, в полном соответствии с данными Кёлера, показали, что приведенное выше абстрактное определение связано с реальностью.

Теперь мы перейдем к изложению самой теории.

Проблемная ситуация неюмовского типа должна быть прежде всего *постигнута* субъектом, т. е. быть воспринятой как целое, заключающее в себе определенный конфликт. Это постижение или понимание является основой процесса мышления.

Конфликт должен внешне как-то выражаться. Что касается этого выражения, то нужно сказать, что имеется значительная разница между нашими «книжными задачами» и теми задачами, которые приходится решать в действительности.

Поясню это на примере задачи с шаром. Человек, который должен реально решать ее в лабораторных условиях, столкнется с такой трудностью: я не могу проверить, не могу видеть деформации. С этого времени ситуация становится проблемой, после чего в работу включается процесс мышления. В нашем исследовании версия этой задачи была иной. Мы исключили те реальные трудности, которые имеют место при актуальном решении задачи; это значит, что данный конфликт должен быть как-то представлен в задаче. Ему с самого начала соответствует в нашем варианте понимание того, что событие происходит слишком быстро по сравнению со временем, необходимым для того, чтобы увидеть и проверить его; это понимание в лабораторном случае представляет собой первый шаг «проникновения» в ситуацию. В реальном случае процесс мышления включается позднее, чем в лабораторном. Введением к нему является понимание не того, что явление «слишком скротечно», а что «вещества быстро восстанавливают свою форму».

Таким образом, мы можем сказать: после полного понимания проблемной ситуации как таковой включается процесс мышления с его «проникновением в конфликтные условия проблемной ситуации». Это проникновение является первой и основной стадией мышления. Ее содержание заключается в инсайтном схватывании тех особенностей в S , которые вызывают конфликт.

В левой колонке следующей таблицы представлены конфликты из различных задач, а в правой — вызывающие их обстоятельства, органически связанные с соответствующей проблемной ситуацией. Эта неполная таблица является только теоретическим сгустком того о чем более подробно говорилось раньше.

Конфликт	Проникновение в ситуацию
Обезьяна не может достать фрукт передними конечностями.	Конечности слишком коротки.
Субъект не может из-за быстроты деформации проверить ее.	Два вещества слишком быстро восстанавливают свою форму, чтобы можно было сохранить эффект деформации. Пучок лучей слишком сконцентрирован (или слишком плотен, или действует слишком долго на один и тот же участок).
Субъект не может излечить больного из-за наличия окружающих здоровых тканей.	Изменения слишком односторонние (происходят лишь в одном направлении). Условия слишком необычные и слишком привычные (слишком знакомые для мальчика).
Длина маятника не постоянна из-за колебаний температуры.	
Нельзя сказать, переодетый ли это мальчик или настоящая девочка.	

(Обратите внимание, как причины, вызывающие конфликт, «внутренне и очевидно» взаимосвязаны с ним.)

«Проникновение» в проблемную ситуацию заканчивается принятием *функционального решения*. Последнее является положительным результатом проникновения. В функциональном решении содержатся существенные черты требуемого подхода к задаче, т. е. «функциональный» аспект конечного решения. Так, функциональным решением, соответствующим первому случаю из нашей таблицы, будет длинный предмет; соответствующим третьему случаю — посыпать слабые лучи с различных точек и т. д.

Вторая и последняя стадия — это процесс *реализации* (или *исполнения*) *функционального решения*, выбор того, что действительно нужно для решения (если функциональное решение не заключает в себе своей реализации, как это имеет место в задаче с Х-лучами). Реализация может осуществляться по двум различным путям. 1) Непосредственная реализация, т. е. извлечение требуемого конкретного аспекта из непосредственно данного содержания проблемной ситуации, которая находится в поле зрения. Так, обезьяна ищет палку, котелок, шляпу, одеяло, солому, чтобы достать банан; или в нашей задаче со стенками сосуда внутренний и внешний круги сечения

трубы используются для того, чтобы найти для измерителя соответствующие величины. Выделение конкретного аспекта, который раньше не был выделен, происходит под влиянием динамического требования, содержащегося в функциональном решении. 2) Реализация перекрывает данную проблемную ситуацию. Хотя такая реализация может осуществляться так же, как и непосредственная (я имею в виду выбор определенного аспекта с помощью «перебирания» событий в памяти), в большинстве случаев она обусловлена тем, что в организме накапляются знания о чем-то таком, что могло бы «работать» на какую-то задачу. В большей части моих задач имеет место реализация второго типа: использование краски, фотокамеры и т. д.

Сделаю одно замечание, чтобы избежать неправильного понимания: *M* в том смысле, в каком оно употребляется в первом разделе в связи с работой Джемса, соответствует в нашей теории полному решению задачи, протекающему в двух стадиях, т. е. включая ситуацию. Следует иметь в виду, что эти две стадии не обязательно представлены при реальном решении задачи в виде двух отдельных шагов, хотя часто это именно так и происходит.

Я надеюсь, что из моего выбора задач читатель не сделает наивного вывода о том, что инсайт может иметь место только в определенного рода задачах, относящихся к элементарной физике. Я подчеркивал выше, что не все мои задачи являются физическими. И я не хотел бы проходить мимо возможности обратить внимание на тот факт, что, разумеется, я должен был выбрать такие задачи, которые можно было бы описать несколькими словами и в то же время сделать их вполне понятными. Наконец, я хочу сказать, что инсайтные связи упоминаются во всех существующих теориях и объяснениях. Возьмите примеры, которые приводятся Махом (1), или основное положение теории Эйнштейна. Я имею в виду следующую его идею: если скорость постоянна, а система, с которой производится измерение, находится в относительном движении, то существует только одна возможность: считать меры пространства и времени разными для различно движущихся систем, причем это различие должно быть таким, чтобы измеряемая скорость (путь, разделенный на время) оставалась постоянной, как этого требуют

факты. Или возьмите идею Канта, которая превосходна, несмотря на то что сама по себе она является прямым следствием основной ошибки Юма. Если без абсолютно необходимых и общих законов природы невозможна наука и если природа не может нам открыть эти абсолютные законы, то разум сам должен иметь законы, вложенные в него, и применять их там, где это необходимо.

Но продолжим наши выводы. Перейдем от теории мышления к резюмированию результатов, связанных с проблемой сходства.

Против объяснения процессов мышления принципом сходных случаев имеются следующие аргументы. Во-первых, в этом принципе нет никакой теоретической необходимости. Во-вторых, принцип переноса решения на сходные случаи не исключает тех теоретических проблем, для избежания которых он был изобретен. Во втором разделе мы указывали на то, что перенос в собственном смысле этого слова не обусловлен только идентичными элементами, он осуществляется благодаря гештальту (в строгом смысле нашего определения, приводимого в разд. 2). Чтобы имело место сходство между настоящей и предыдущей ситуациями, они должны быть поняты как определенные целостные образования. Более того, предыдущее решение не может быть перенесено на данный случай, пока не будет найдено его функциональное значение. Это невозможно до тех пор, пока оно не будет рассматриваться в своем непосредственном отношении к связанной с ним проблемной ситуации, поскольку функциональное значение конкретного решения целиком зависит от проблемной ситуации. Таким образом, даже если решение вначале принималось не на основе соответствующей проблемной ситуации, то для его переноса необходимо прежде определить и понять его функциональное значение, осмыслить его инсайтную связь со своей собственной и данной проблемной ситуациями. Всякий перенос, если даже отвлечься от понимания двух проблемных ситуаций как гештальтов, предполагает (инсайтное) понимание предыдущего решения. Следовательно, объяснение по принципу сходства страдает порочным кругом. И третье: независимо от того, что должно происходить при переносе, сам факт пере-

носа представляется невозможным с точки зрения следующих данных:

1. Ни в одном из наших случаев не было обнаружено положительных доказательств в пользу переноса (за исключением, конечно, тех случаев, которые относились ко второму типу процесса реализации). Большая часть сходных случаев приводилась после, а иногда и одновременно с решением.

2. Даже если не придавать особого значения тем феноменальным событиям, которые связаны с вопросом переноса на нервном уровне, как можно объяснить тот факт, что определенные параллельные задачи могут стать в центре внимания (после их решения в близко отстоящих во времени периодах) без опознавания их сходства? Часто требуется специальная деятельность, стимулируемая экспериментатором, чтобы субъект мог отыскать сходство между двумя случаями.

Все это опять-таки проливает свет на природу «функционального решения». Это не абстрактный принцип, поскольку абстрактный принцип выражает тот же самый процесс, оторванный от всех конкретных условий и возобновляющийся в другом конкретном случае. Мы можем сделать осторожный вывод: нет абстракции, которая не основывалась бы на функциональном решении, но последнее как таковое не является абстракцией. Наоборот, требуется специальный процесс, чтобы абстрагировать общий принцип из функционального решения. Процесс абстракции также является делом мышления; (в некотором смысле он представляет собой прямое продолжение деятельности, связанной с отысканием функционального решения); но он имеет место только в случае необходимости, например когда вам читают басню, потому что басня в связи с конкретными условиями, о которых в ней говорится, не имеет смысла. Мне нет необходимости повторять, что без абстракции невозможна ни одна наука.

ЛИТЕРАТУРА

1. Becher E. Gehirn and Seele, 1914 (p. 215 - «Physiologische Erklaerungen psychischer Erscheinungen»).
2. Dewey J., How we think, 1909.
3. Fuchs W., Untersuchungen ueber das Sehen der Heminapiker und Hemianopiker, 2 Teil, «Zeitschr. f. Psych.», 86.

4. H e r t z P., Ueber das Denken.
5. Holhouse L.T., Mind in Evolution, 1901.
6. Hume D., An Inquiry concerning Human Understanding.
7. J a m e s W., The principles of Psychology, Chap. 22.
8. K o e h l e r W., The Mentality of Apes, 1925.
9. K o e h l e r W., Optische Untersuchungen am Schimpanzen und am Haushuhn (Aus d. Abh. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss., 1915).
10. K o e h l e r W., Die physichen Gestalten in Ruhe und im Stationaeren Zustand.
11. L i p m a n n O. and B o g e n H., Naive Physik, 1923.
12. M a c h E., Erkenntnis und Irrtum (Skizzen zur Psychologie der Forschung, 1905).
13. M e s s e r A., Experimental-psychologische Untersuchung ueber das Denken, «Arch. f. d. ges. Psych.», 8, 1906.
14. M u e l l e r G. E., Zur Analyse der Gedaechtnistaetigkeit und des Vorstellungsverlaufes, 3 Teil, 1913.
15. S c h a p p W., Phaenomenologie der Wahrnehmung, 1925.
16. S e I z O., Ueber die Gezette des geordneten Denkverlaufs, 1913.
17. S e I z O., Zur Psychologie des Productiven Denkens und des Irrtums, 1922.
18. S e I z O., Die Gesetze der Prod. u. Reprod. Geistestaetigkeit, 1924.
19. S e I z O., Komplextheory und konstellationstheorie, «Z. f. PS», 83.
20. S h e p a r d J. F., F o g e I s o n g e r H. M., Studies in Association and Inhibition, «Psych. Rev.», 20.
21. T e r m a n L. M., Genius and Stupidity.
22. T h o r n d i k e E. L., Educational Psychology.
23. W a t s o n J. B., Behavior, 1914.
24. W a t s o n J. B., Behaviorism.
25. W a t t H. J., Experimentelle Beitraege zu einer Theorie des Denkens. «Arch. f. d. ges. Psych.», 4, 1905.
26. W e b b L. W., Transfer of Training and Retroaction, «Psych. Monogr.», 24, 1917.
27. W e i s s A. P., A Theoretical Basis of Human Behavior, 1925.
28. W e r t h e i m e r M., Ueber Schlussprocesse im productiven Denken (Drei Abh. zur Gestalttheorie, 1925).
29. W e r t h e i m e r M., Uber das Denken der Naturvölker (Drei Abh. z. G.).
30. W e r t h e i m e r M., Ueber Schlussprocesse im productiven stalt (1), «Psych. Forschung», I, 1921-1922; (2) «Psych. Frsch.», 4, 1923.
31. W y l i e H. H., An Experimental Study of Transfer of Response in the White Rat, «Behavior Monogr.», 3, 1919.
32. Y e r k e s R. M., Mental Life of Monkeys and Apes, «Behavior Monogr.», 3.

K. Дункер

Психология продуктивного (творческого)¹ мышления

Часть I Структура и динамика процессов решения задач

Глава I

о процессах решения практических проблем (1)

§ 1. Введение и постановка вопроса. «Проблема» возникает, например, тогда, когда у живого существа есть какая-либо цель и оно «не знает», как эту цель достигнуть. Мышление выступает на сцену во всех тех случаях, когда переход от данного состояния к желаемому нельзя осуществить путем непосредственного действия (выполнения таких операций, целесообразность которых не вызывает никаких сомнений). Мышление должно наметить ведущее к цели действие прежде, чем это действие будет выполнено. «Решение» практической проблемы должно поэтому удовлетворять двум требованиям: во-первых, его осуществление (воплощение в практике) должно иметь своим результатом достижение желаемого состояния и, во-вторых, оно должно быть таким, чтобы, исходя из данного состояния, его можно было осуществить путем «соответствующего действия».

Практическая проблема, на которой я наиболее детально изучал процесс нахождения решения, такова: надо найти прием для уничтожения неоперируемой опухоли желудка такими лучами, которые при достаточной интенсивности разрушают органические ткани, при этом окружающие опухоль здоровые части тела не должны быть разрушены.

¹ K. Duncker. Zur Psychologie des productiven Denkens, Berlin, Springer, 1935; On Problem-Solving, Washington. 1945. Печатается с некоторыми сокращениями. - Прим. ред.

Таким практическим проблемам, в которых спрашивается: «Как этого достигнуть?» — родственны теоретические задачи, в которых стоит вопрос: «Из чего это следует?». Если там (в практических задачах) проблема возникала из того, что не было видно прямого пути, ведущего от наличной действительности к цели, то здесь (в теоретических задачах) проблема возникает из того, что не видно пути, ведущего от данных условий к определенному утверждению или предположению (или констатируемому факту). Примером может и здесь служить та проблема, с которой я в этой области больше всего провел экспериментов: надо найти, почему все шестизначные числа типа $abcabc$, например 276276, делятся на 13.

Общей особенностью этих проблем является то, что и там и здесь надо найти неизвестное основание некоторого указанного (мысленно предвосхищаемого) результата; в практической проблеме речь идет о реальном основании, в теоретической — о логическом¹.

В нашем исследовании идет речь о том, *каким образом из проблемной ситуации возникает решение, какие бывают пути к решению определенной проблемы*.

§ 2. Методика. Эксперименты протекали следующим образом. Испытуемым (*исп.*) — это были по преимуществу студенты или школьники — предлагались различные интеллектуальные задачи с просьбой думать вслух. Эта инструкция «думать вслух» не совпадает с обычным при экспериментальном изучении мышления требованием самонаблюдения. При самонаблюдении испытуемый делает самого себя, как мыслящего индивида, предметом наблюдения; мышление же думающего вслух направлено непосредственно на существо вопроса, оно лишь выражено вербально. Когда кто-либо при размышлении непроизвольно говорит, ни к кому не обращаясь: «Надо, пожалуй, посмотреть, нельзя ли...» или «Было бы прекрасно, если бы можно было показать, что...», то никто не назовет это самонаблюдением; и тем не менее в таких высказываниях отражается то, что является, как мы увидим далее, «развитием проблемы».

¹ Других видов теоретических проблем, например: «какова сущность или закон этого факта?» или «как относятся друг к другу эти факты?» — мы здесь не касаемся.

Испытуемому (*исп.*) настойчиво предлагалось не оставлять без вербализации никакой мысли, какой бы беглой или неразумной она ни была. Когда испытуемый считал себя недостаточно подготовленным, он должен был спокойно спросить экспериментатора (*эксп.*). Но для решения задач не нужно было никаких специальных предварительных знаний.

§ 3. Протокол решения задачи на «облучение». Начнем с задачи на «облучение». Обычно при этой задаче показывался схематический чертеж, приведенный на рис. 1. В самый первый момент каждый представлял себе

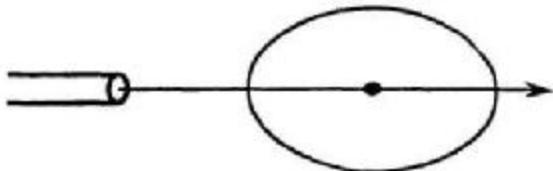


Рис. 1.

задачу примерно таким образом (поперечный разрез через тело, в середине — опухоль, слева аппарат, из которого идут лучи). Но, очевидно, так задача не решается. Из имеющихся у меня протоколов я выбираю протокол такого процесса решения, который особенно богат типическими ходами мысли и притом особенно длинен и полон (обычно процесс протекал более связно и с меньшей помощью экспериментатора)¹.

Протокол

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

¹ Ср. соответствующие протоколы в моей первой (теоретически еще очень неразвернутой) работе (стр. 21 - 85).

- 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. 6). (Эксп. повторяет задачу, подчеркивается «при достаточной интенсивности».)
 10. Интенсивность должна быть такова, чтобы ее можно было изменять (см. 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?) (Ср. 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 лучей¹. (Общая продолжительность около 30 мин.)

§ 4. **Неосуществимые «решения».** Из приведенного протокола видно прежде всего следующее. Весь процесс, от постановки проблемы до окончательного решения, представляет собой ряд более или менее конкретных предложений решения. Практически осуществимо (по

¹ Это предложение близко к «лучшему» решению: перекрещивание, многих слабых пучков лучей в области опухоли; таким образом, только здесь достигается нужная для разрушения интенсивность. Тот факт, что имеющиеся здесь в виду лучи не могут преломляться обычной линзой, не имеет для нас (т.е. с точки зрения психологии мышления) значения.

крайней мере в принципе), конечно, лишь последнее предложение. Все предыдущие в каком-либо отношении не соответствуют поставленной проблеме, и поэтому ни одно из них не может закончить процесс решения. Как бы ни были примитивны эти предложения, несомненно, при этом не может идти никакой речи о бессмысленных слепых «пробах». Возьмем, например, первое предложение: «Пустить лучи через пищевод». Смысл этого предложения ясен. Лучи должны быть пропущены в желудок по пути, свободному от каких-либо тканей. Дело лишь в том, что в основе этого предложения лежит, очевидно, несоответствующая действительности модель ситуации (как будто бы лучи являются особого рода жидкостью, как будто бы пищевод представляет собою прямолинейный путь в желудок и т.д.). Но в пределах этой упрощенной модели ситуации рассматриваемое предложение было бы правильным выполнением требований задачи. Оно, следовательно, действительно является решением некоторой проблемы; только, конечно, не той, которая была поставлена.

Аналогично обстоит дело и с остальными предложениями. Второе предполагает, что есть какое-либо, например химическое, средство сделать органические ткани нечувствительными к лучам. Если бы такое средство имелось, то все было бы в порядке и процесс решения на этом закончился. Равным образом и четвертое предложение («Полностью включить лучи лишь тогда, когда они достигнут опухоли») ясно указывает на свое происхождение из некоторой ложной модели, например из представления о ширине, который приводится в действие лишь после введения в ту область, куда надо сделать инъекцию. Наконец, шестое предложение неверно трактует тело по аналогии с резиновым мячом, который без всякого для него вреда можно деформировать.

Короче говоря, очевидно, что все эти предложения являются чем угодно, но только не бессмысленными выдумками. Однако в фактически данной ситуации они терпят крушение от некоторых заранее не известных или не принятых во внимание элементов этой ситуации.

Иногда же практическая непригодность предложения обусловлена искажением, упрощением не столько ситуации, сколько задачи, ее требования. Например, при третьем предложении (выведение желудка наружу пу-

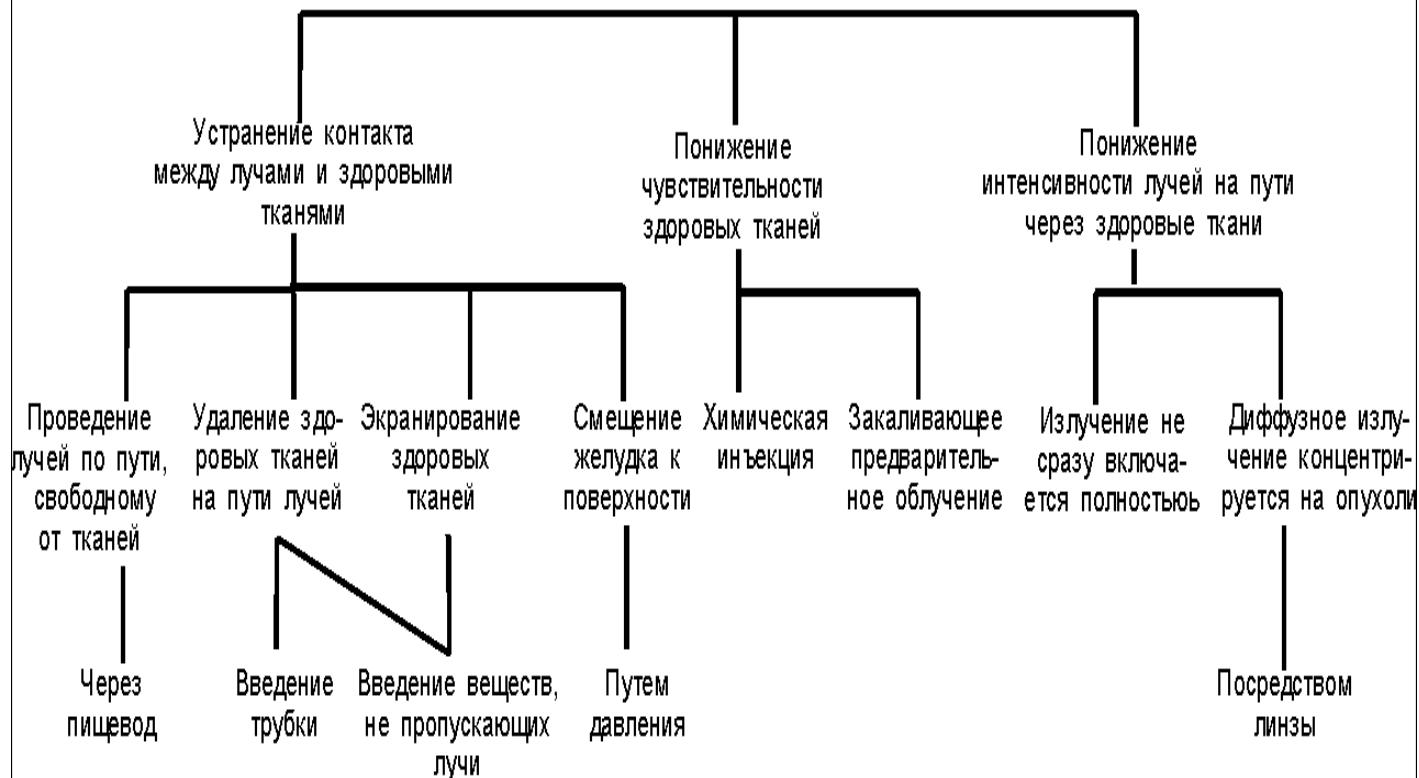
тем операции), по-видимому, испытуемый упустил из виду, для чего, собственно, понадобилось применение лучей. Ведь надо было обойтись без операции. Подобно этому в пятом предложении испытуемый забыл, что надо защитить не только здоровые стенки желудка, но все здоровые части тела, через которые пойдут лучи.

Здесь уместно сделать одно принципиальное замечание. Психолога, исследующего возникновение решения, а не запас знаний, интересует в первую очередь не вопрос о том, осуществимо ли решение в реальной практике, а только вопрос, «осуществимо» ли оно с формальной точки зрения, т.е. в рамках заданных испытуемому условий. Когда инженер в каком-либо проекте применяет ложную формулу или несуществующие материалы, то этот проект так же последовательно вытекает из своих ложных предпосылок, как другой проект из своих правильных предпосылок. С точки зрения психологии мышления эти два проекта эквивалентны друг другу. Короче говоря, нас интересует вопрос о том, каким образом предлагаемое решение вытекает из системы своих субъективных предпосылок и как оно учитывает эти последние.

§5. Группировка предложенных решений. Если со-поставить различные содержащиеся в протоколе предложенные решения, то, естественно, выделяются некоторые группы очень сходных друг с другом решений. Очевидно, 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*. Это достигается весьма различным образом, в 1-м случае с помощью проведения лучей таким путем, на котором нет никаких тканей, в 3-м с помощью оперативного устраниния здоровых тканей с пути лучей, в 5-м — посредством введения защитного экрана (что в невысказанной форме подразумевалось уже в 1-м и 3-м), в 6-м — с помощью перемещения желудка к поверхности тела, наконец, в 7-м — с помощью комбинации 3-го и 5-го. Совсем иначе схвачена проблема в предложениях 2 и 11. Здесь возможность разрушения здоровых тканей должна быть устранена путем понижения их чувствительности. В предложениях 4 и 8, 10 и 13 реализуется третий подход понижения интенсивности лучей на пути, ведущем к опухоли. Из протокола видно, что процесс обдумы-

Родословное дерево решения задачи на облучение

излечение без повреждения здоровых тканей



вания все время колеблется между этими тремя подходами

В целях большей наглядности описанные нами отношения приведены на схеме.

§ 6. Функциональное значение решений и понимание. В только что приведенной классификации предложенные решения сгруппированы по виду и способу, с помощью которых предполагается решить проблему, по их «благодаря чему», по их функциональному значению. Рассмотрим для примера предложение «Послать лучи через пищевод». Испытуемый здесь ничего не говорит об устраниении контакта или о пути, свободном от тканей. И тем не менее пищевод получает в этой связи характер решения проблемы только в силу того своего свойства, что он представляет собой свободный от тканей путь к желудку. Он фигурирует как «воплощение» именно этого свойства (а не того, например, что он представляет собой мышечную трубку, лежит позади дыхательного пути и т.д.) Короче говоря, «свободный путь в желудок» есть в данной ситуации — «благодаря чему», есть функциональное значение пищевода.

Воплощениями функционального значения «никакого контакта между лучами и здоровыми тканями» являются предложения «проводить через естественный путь» (пищевод), «оперативное освобождение желудка от окружающих тканей или же смещение желудка», «экранирование», «трубочка». Функциональным значением «концентрации диффузных лучей на опухоли» является принцип «малая интенсивность лучей на пути к опухоли, большая на самой опухоли». Функциональным значением линзы является ее свойство «конденсировать» лучи и т.д.

Функциональное значение какого-либо решения необходимо для понимания того, почему оно является решением. Это как раз то, что называют «солью» решения, принципом, тем, в чем заключается суть дела. Подчиненные, специальные свойства и особенности решения «воплощают» этот принцип, «применяют его» к специальным условиям ситуации. Так, например, пищевод (как решение) есть приложение принципа «свободный путь в желудок» к специальным условиям человеческого тела. — Понять какое-либо решение, как *решение*, это значит понять его как воплощение его функционального

значения. Когда кого-либо спрашивают: «В какой мере «это» является решением», — он должен прибегнуть к указанию функционального значения. Во всех моих опытах, если отвлечься от двух или трех несомненных исключений, не было ни одного предложенного решения, при котором испытуемый на вопрос экспериментатора, «почему это является решением», не реагировал бы немедленно указанием функционального значения (в спонтанных высказываниях испытуемых обычно функциональное значение не указывается как нечто «само собой понятное»).

Осознание функционального значения влечет за собой «понимание» решения и в тех случаях, когда между функциональным значением и выполнявшимся с его помощью требованием задачи существует лишь «непонятное» (но достаточно общее) отношение. Например, раздувание слабо тлеющего пламени является решением задачи «получить огонь», несомненно, потому, что таким образом к горящему телу подводится кислород. Другими словами, подведение кислорода является непосредственным функциональным значением раздувания пламени. Но почему соединение с кислородом порождает теплоту и пламя, это уже не является «понятным». И если бы даже удалось вывести всю химию без остатка из принципов атомистики, все же сами эти принципы остались бы не вполне понятными, т.е. надо было бы, в конце концов, просто «принять» эти принципы. Другими словами, «понятность» часто означает не что иное, как зависимость, выводимость из достаточно элементарных и универсальных причинных отношений. Сведение к общим законам действительно влечет за собой определенный тип «понимания», даже и тогда, когда сами эти общие законы еще «непонятны».

В той же мере, в какой определенное решение «понято», оно «транспонируемо», т.е. при измененной ситуации оно соответственным образом (т.е. с сохранением своего значения для решения) изменяется. Решение является транспонируемым именно тогда, когда осознано его функциональное значение, его общий принцип, т.е. инварианта, из которой путем введения варьирующих условий ситуации каждый раз получается соответствующая задаче вариация решения. *Пример.* Если бы кто-нибудь, идя по «обходной дороге» вокруг какого-либо

препятствия, сознавал только то, что «сейчас надо 3 м налево, потом 2 м прямо, потом направо...», то эти свойства решения были бы, конечно, достаточными для *данной* ситуации, здесь и в *данное* время. Но поскольку решающий не осознал функционального значения общей структуры «обходного пути вокруг препятствия», он окажется не в состоянии преодолеть каждое новое (иначе расположенное и имеющее иную форму) препятствие. Ибо различным препятствиям соответствуют различные конечные формы решения. При этом структура «обхода препятствия» останется всегда одна и та же. Кто ее осознал, тот может осмысленно транспонировать «обходный путь».

§ 7. Бессмысленные ошибки как симптом недостаточного понимания. Решение, которое предлагается без достаточного понимания функционального значения, часто обнаруживает себя в бессмысленных ошибках. Хороший пример дают опыты со следующей задачей.

Задача. Вы знаете, что такое маятник и что маятник играет большую роль в часах. Чтобы часы были точными, качания маятника должны быть строго равномерными. Время качания маятника зависит, между прочим, от его длины, а длина, как известно, зависит в свою очередь от температуры. Нагревание влечет за собой удлинение, охлаждение — укорочение; величина удлинения и укорочения зависит от материала. Каждое изменение температуры изменяет, следовательно, длину маятника. Но часы должны иметь абсолютно равномерный ход. Как этого достигнуть? Длина маятника определяется как прямолинейное расстояние от точки привеса до центра тяжести. Только об этой длине идет речь, а в остальном маятник может выглядеть как угодно.

Применяемое на практике решение этой «маятниковой» задачи показано на рис. 2. Для некоторых читателей это решение будет сначала совершенно «непонятным».

Пусть такой читатель понаблюдает, что произойдет, когда решение внезапно «уяснится». Функциональное значение решения заключается в том, что удлинение в одном направлении компенсируется равновеликим удлинением в противоположном направлении.

Стержни *a* и *a'* (рис. 3) могут удлиняться лишь вниз, а стержни *b* и *b'* — лишь вверх, так как внизу они

закреплены. При этом b и b' должны поднимать перекладину, к которой прикреплен c . ровно настолько, насколько a и c , вместе взятые, удлиняются вниз. Конечно, для этого b и b' должны быть сделаны из материала с большим, чем у a и c , коэффициентом расширения.

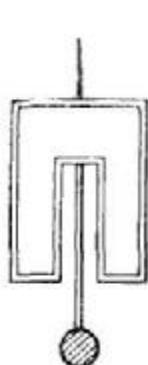


Рис. 2.

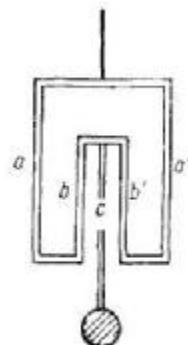


Рис. 3.

Рис 3. становится понятным как решение задачи лишь в том случае, если он рассматривается как воплощение этого функционального значения.

Среди многочисленных испытуемых, которым я давал «маятниковую» задачу, были двое, которым модель маятника была несколько известна и которые пытались просто вспомнить эту модель. Одному это удалось, и он

нарисовал модель верно, другой же нарисовал «четыре или пять стержней и внизу— груз» (см. рис. 4). Мы видим, что при всем внешнем сходстве с рис. 3 это совсем бессмысленная конструкция, без всякого следа функционального понимания (*исп. сам* это осознал и высказал). В противоположность этому см. решения указанные на рис. 5, которые при всем внешнем различии воплощают одно и то же функциональное значение и одновременно сплошь являются самостоятельными конструкциями.

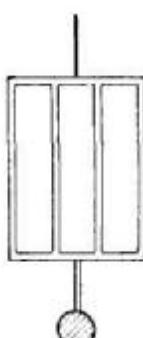


Рис. 4.

Во всех этих конструкциях удлинение компенсируется, как и на рис. 3. Это, сле-

довательно, осмысленные «транспозиции» рис. 3. Заслуживает упоминания, что один испытуемый, нарисовавший модель 5а, думал, что это уже давно известный ему в общих чертах компенсационный маятник. Очевидно, здесь реконструкция известного осуществилась лишь путем вспоминания общего функционального значения. По своему внешнему виду оба маятника не имеют между собой ничего общего.

«Хорошие» и «глупые» ошибки в кёлеровском смысле (см. В. Кёлер «Исследование интеллекта человеко-подобных обезьян», М., 1930) можно отличить друг от друга именно так: при умных, осмысленных ошибках правильно намечается хотя бы общее функциональное значение, лишь конкретное воплощение оказывается непригодным (например, обезьяна ставит под высоко висящей приманкой ящик на ребро, потому что он таким образом оказывается ближе к цели; конечно, приближение достигается за счет устойчивости). При «глупой» же ошибке обычно слепо осуществляется внешний вид ранее выполненного или виденного решения без понимания функционального значения. (Например, обезьяна прыгает вверх с ящика, но приманка висит не над ящиком, а совсем в другом месте.)

§ 8. Процесс решения как развитие проблемы. Из сказанного уже ясно, что отношение более общих свойств решения к более частным имеет *генетическое* значение. *Окончательная форма определенного предлагаемого решения достигается не сразу; обычно сначала возникает принцип, функциональное значение решения и лишь с помощью последовательного конкретизирования (воплощения) этого принципа развивается окончательная форма соответствующего решения. Другими словами, общие, «существенные» черты решения генетически предшествуют более специальным, и эти последние организуются с помощью первых.* Приведенная выше классификация представляет собой, следовательно, нечто вроде «родословного дерева решения» для задачи на «облучение».

Нахождение определенного общего свойства решения всегда равносильно определенному *преобразованию первоначальной проблемы*. Рассмотрим, например, четвертое предложение из приведенного нами протокола. Здесь совершенно ясно, что сначала возникает лишь очень общее функциональное значение решения: «Надо

уменьшить интенсивность лучей по пути». Но возникновение этой мысли есть не что иное, как решительное преобразование первоначальной задачи. Теперь испытуемый ищет не просто «способа облучения опухоли, не разрушая здоровых тканей», как это было вначале, но уже ищет, сверх того, способ понизить интенсивность лучей

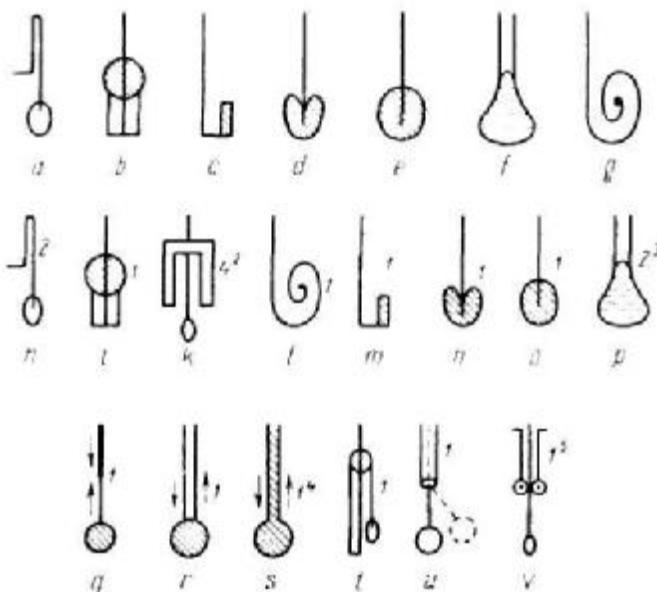


Рис. 5.

по пути к опухоли. Поставленная задача, таким образом, заострилась, специализировалась; и именно как решение этой новой, преобразованной задачи возникает (правда, весьма нелепое) предложение: включить лучи на полную интенсивность лишь после того, как они достигнут опухоли. Из того же самого преобразования проблемы возникает в конце всего процесса пригодное решение: «Концентрировать на опухоли диффузные лучи».

Сходным образом обстоит дело и со всеми остальными предложениями, приведенными в протоколе: *находимые в первую очередь свойства решения, т.е. функции*

*циональные значения, всегда являются продуктивными преобразованиями первоначальной проблемы*¹.

Мы можем, следовательно, рассматривать процесс решения не только как развитие решения, но и как развитие проблемы. Каждое возникающее в процессе решения свойство ответа, которое само по себе еще не пригодно для осуществления, которое, следовательно, удовлетворяет лишь первому из указанных выше требований, фигурирует в дальнейшем как преобразование, как заострение первоначально поставленной проблемы. Поэтому утверждение, что при решении проблем суть дела заключается в продуктивной (целесообразной) постановке проблемы, имеет за собой достаточные основания.

Я резюмирую. Конечная форма определенного решения в типическом случае достигается путем, ведущим через промежуточные фазы, из которых каждая обладает в отношении к предыдущим фазам характером решения, а в отношении к последующим — характером проблемы.

Мы видим вместе с тем, что, вообще говоря, процесс решения лишь постепенно проникает в специальные условия и возможности данной ситуации. Например, в фазе: «УстраниТЬ контакт между лучами и здоровыми тканями», — принято во внимание еще очень немногое из конкретного своеобразия ситуации. Лучи понимаются только как «действующий агент», опухоль — как «место, на которое надо воздействовать», а здоровые ткани — как «нечто окружающее, что надо пощадить». В следующей фазе: «Провести лучи по пути, свободному от тканей», — принято во внимание по крайней мере еще то обстоятельство, что лучи можно, вообще говоря, направить по пути, на котором нет тканей. При поисках такого свободного пути данная ситуация подвергается более тщательному рассмотрению и при этом выделяет-

¹ Уже Зельц обнаружил в своем исследовании процессов решения задач аналогичные «трансформации» задач. [См. «О законах упорядоченного течения мыслей» (нем.), 1913,— в дальнейшем цитируемые как Зельц I — стр. 87, далее — «К психологии продуктивного мышления и ошибки» (нем.), 1922 — Зельц II.] Зельц определяет трансформацию задачи как замену первоначальной цели более специальной, или как замену данной задачи другой задачей, при решении которой вместе с тем разрешается и первоначальная задача. Зельц называет трансформации, которые связаны с определенным типом задач, методами решения.

ся и используется такое специфическое свойство этой ситуации, как наличие пищевода.

Для расширения нашего кругозора покажем еще на одном *математическом* примере, как типический процесс решения достигает конечного результата по пути, ведущему через промежуточные фазы постановки проблемы и решения. Первоначальной задачей является: «Доказать, что существует бесконечное количество простых чисел» («найти нечто такое, из чего следует, что существует бесконечное количество простых чисел»). Существенный, но вместе с тем сам по себе едва ли замечаемый шаг к решению заключается в такой фазе: «Следовательно, я должен доказать, что для всякого простого числа p существует еще некоторое большее простое число». Это преобразование проблемы кажется весьма банальным и незначительным. Но у меня были испытуемые, которые никогда до него не доходили. А без этого шага задачу разрешить нельзя¹.

Следующая фаза может быть такой: «Чтобы доказать существование такого числа, я должен попытаться его сконструировать». У одного из моих испытуемых я мог с полной ясностью проследить, как за этой фазой последовала дальнейшая (которая в свою очередь нуждается в развитии): «Надо, следовательно, сконструировать число, большее p , при этом такое, которое нельзя представить в виде произведения». Исходя отсюда, т.е. с ясной направленностью на «избежание произведения», испытуемый пришел к образованию числа, которое на единицу больше произведения всех чисел от 1 до p . Однако он еще не сознавал, что полученное таким образом число вовсе не обязательно является простым, но лишь содержит в себе искомое простое число в качестве делителя.

§ 9. Несамостоятельные фазы решения. В «родословном дереве» решения того типа, который изображен был

¹ Решение заключается в том, что мы образуем увеличенное на единицу произведение всех (простых) чисел от 1 до p . Это число или само является простым, или же является произведением простых чисел, каждое из которых больше p . (Ибо простое число, меньшее, чем p , за исключением, конечно, единицы, не может являться делителем такого числа, которое на единицу больше какого-то кратного к этому простому числу.) Следовательно, и в том, и в другом случае существует простое число, большее p (что и требовалось доказать).

нами выше, получают свое отражение *не все* фазы развития различных «решений», а только более выделяющиеся и более самостоятельные. Бывают, кроме того, еще такие фазы, которые слишком несамостоятельны и, главное, слишком самоочевидны, и потому они не получают выражения в протоколе. Например, при «задаче на облучение» всем испытуемым с самого начала ясно, что для решения надо что-то сделать с условиями ситуации — с лучами и телом. Испытуемые, как современные образованные люди, не думают, например, о том, что надо искать подходящие заклинания; они не ожидают ничего и от каких-либо изменений, происходящих в каком-либо ином месте. Точно так же при задаче на простые числа с самого начала не подлежит сомнению, что решение надо искать в области чисел, а не в области, например, физических процессов. Короче, размышление и искания всегда ограничены сравнительно узкой (в пространственном и предметном смысле) областью. Более определенные фазы процесса решения подготавливаются, следовательно, некоторым *приблизительным определением* области, т.е. такими фазами, на которых сознаются необходимые, но еще ни в какой мере не достаточные свойства решения (такие несамостоятельные фазы решения, следовательно, не удовлетворяют полностью даже и первому из указанных выше требований, которым должно удовлетворять решение).

То, что здесь сказано относительно размышлений, имеет силу и в отношении реальных проб («пробы и ошибки»). Когда человек, не умеющий работать на пишущей машинке, хочет изменить расстояние между строками, то ему перед тем, как он найдет решение, во всяком случае, известно следующее: «Я должен где-то нажать или что-то покрутить». Он не будет, например, стучать в стенку, он не будет ожидать какого-либо результата от изменения цвета машинки, так как знает, что механических результатов добиваются, вообще говоря, с помощью механических изменений в соответствующем месте.

Еще один пример, на этот раз из зоопсихологии. Торндайкставил перед животными (главным образом кошками) задачи следующего типа: они должны были научиться при помощи простых (но для них непонятных) механических манипуляций открывать дверь клетки,

чтобы выйти из нее. В одной клетке надо было тянуть за петлю, в другой — поднимать щеколду или нажимать на кнопку и т.д. Торндайк сделал при этом весьма интересное наблюдение, что, вообще говоря, в ходе опытов «усиливается тенденция оперировать с подвижными предметами, находящимися внутри клетки, и ослабляется (вначале доминирующая) тенденция прятываться в отверстия в стенках клетки и грызть решетку». Далее, возрастают «тенденция замечать свои собственные действия». Отсюда видно, что и у животных «пробы и ошибки» по большей части подчинены некоторым (не входящим в инстинкт) условиям, ограничивающим область попыток.

§ 10. Недостаточность протокола. У читателя, вероятно, возникло впечатление, что сказанное в предыдущем параграфе довольно далеко выходит за пределы содержания протокола. Например, ведь при самом первом предложении, т.е. предложении использовать пищевод, испытуемый ничего не говорил относительно «проведения лучей по свободному пути» или хотя бы об «устраниении контакта». А тот факт, что подобного рода высказывания имеются на соответствующем месте в других протоколах, разумеется, ничего не говорит нам о психологическом генезисе *этого* индивидуального предложения.

Здесь уместно высказать несколько основных положений относительно протоколов. Всякий протокол — так можно было бы это формулировать — более или менее достоверен лишь в отношении того, что в нем есть, но не в отношении того, чего в нем нет. Ибо даже самый тщательный протокол представляет собой лишь в высшей степени неполную регистрацию того, что действительно происходило. Основания этой недостаточности протокола, отражающего процесс мышления вслух, интересуют нас вместе с тем и как свойство процесса решения. Промежуточные этапы часто не указываются в протоколе в тех случаях, когда они сейчас же получают свою окончательную форму, когда, следовательно, между ними и их окончательными воплощениями нет сколько-нибудь ясной границы. В этих случаях они слишком сливаются со своими окончательными воплощениями. Там же, где они в течение некоторого времени должны были существовать как задачи, прежде чем нашли свое

окончательное «применение» в ситуации, там больше шансов на то, что они получат выражение в речи. Далее, многие подчиненные фазы потому не получают своего выражения в протоколе, что ситуация, по мнению решающего, не обещает успеха для реализации данного принципа. Поэтому они сейчас же отбрасываются. Другими словами, они слишком беглы, слишком провизорны, слишком пробны и иногда даже слишком «глупы», чтобы перешагнуть порог речи вслух.

В очень многих случаях промежуточные фазы не указываются потому, что испытуемый даже и не замечает, как он уже модифицировал первоначально поставленную проблему. Он не чувствует, что он уже сделал некоторый шаг вперед,— настолько самоочевидным кажется ему то, что он имеет в виду. (Это в особенности имеет место при «определении области».) Дело может зайти так далеко, что испытуемый сам, к своей невыгоде, лишает себя свободы движения, ибо он, не давая себе в том отчета, заменяет поставленную задачу более узкой и поэтому остается в рамках этой более узкой задачи именно потому, что он не отличает ее от первоначальной.

§ 11. **«Побуждение снизу».** Бывают случаи, когда окончательная форма решения достигается не путем, ведущим сверху вниз, т.е. не через функциональное значение этого решения. Очевидно, это бывает при «привычных» решениях. Если окончательное решение определенной проблемы привычно для думающего, то его не надо «строить», оно прямо «репродуцируется» сознанием задачи в целом (что, конечно, не исключает того, что оно воспроизводится вместе со своим функциональным значением и как воплощение этого значения и, следовательно, понимается).

Но бывают и еще более интересные случаи. Всякое решение имеет ведь в известном смысле два корня, *один — в том, что требуется, другой — в том, что дано*. Точнее: *всякое решение возникает из рассмотрения данных под углом зрения требуемого. Причем эти два компонента очень сильно варьируют по своему участию в возникновении определенной фазы решения*. Определенное свойство решения иногда очень ясно осознается раньше, чем оно обнаруживается в особенностях ситуации, а иногда не осознается. Пример из задачи на облучение:

пищевод может обратить на себя внимание именно потому, что испытуемый ищет уже свободный путь в желудке. Но может случиться, что испытуемый как бы «натолкнется на пищевод» при еще сравнительно неопределенном, беспрограммном рассмотрении особенностей ситуации. Выделение пищевода в этих случаях влечет за собой — так сказать, снизу — соответствующее функциональное значение «свободный доступ в желудок»; другими словами, здесь воплощение предшествует функциональному значению. Подобного рода случаи встречаются нередко, так как «анализ ситуации» часто (и не без пользы, поскольку надо найти новые подходы) протекает сравнительно «беспрограммно». При математических задачах этот относительно «чистый» анализ ситуации (в форме выведения следствий из данных) играет особо большую роль, как это мы увидим еще в гл. III.

Еще один пример «побуждения снизу». Снаружи, перед клеткой, в которой находится шимпанзе, — на расстоянии, превышающем длину руки, — находится приманка (например, банан). Если решение «подвинуть банан палкой» еще не очень привычно, то необходимо побуждение, идущее от чего-либо похожего на палку, находящегося в зрительном поле (см. [20, 46]). Здесь обезьяна еще *не ищет* — как в более поздних случаях — палку (как воплощение антиципируемого функционального значения «что-то длинное, движимое...»), наоборот, восприятие палки должно помочь осознанию этого функционального значения¹.

Чтобы такое «побуждение снизу» осуществилось, необходимо, чтобы число промежуточных фаз между тем, что ищется, и тем, что может служить побуждением, было не слишком велико.

Пример, показывающий значение числа промежуточных фаз. Экспериментатор может в самом начале решения задачи на облучение сказать о «перекрецивании» и

¹ Побуждение функционального значения снизу является даже правилом в тех случаях, когда дан ряд предметов и надо из их числа выбрать подходящее орудие к достижению определенной цели. Здесь мышление обычно протекает, в особенностях, когда имеется лишь небольшое количество предметов, в форме «обследования», т.е. оно по очереди «пробует» данные предметы, без особой заботы о предварительной наметке соответствующих функциональных значений. (Об экспериментах с такими задачами — см. гл. VII.)

нарисовать перекрест: испытуемый далеко не всегда поймет, какое это может иметь значение. Если испытуемый уже сам направлен на «понижение интенсивности по пути», то он скорее поймет такое побуждение (ср. решение с помощью перекрецивания на опухоли многих слабых пучков лучей), чем в том случае, когда его мышление стоит под действием совсем другого требования: «найти свободный путь в желудок». Мы можем формулировать общее положение, что всякое побуждение тем скорее понимается, «ассимилируется», чем больше оно подходит к уже намеченной линии, к той промежуточной фазе, которая в данный момент является актуальной, короче — чем полнее оно уже «антиципировано».

Этот закон является частным случаем более общего закона, относящегося не к побуждениям в узком смысле, а вообще к материалу мышления. Зельц формулирует этот закон, как «общий закон антиципации», следующим образом: «осуществление определенного результата выполняется тем скорее, чем больше его схематическая антиципация приближается к полной антиципации» (см. [37, стр. 512]).

§ 12. Научение из ошибок (корректирующие фазы). До сего времени мы имели в виду лишь движение от более общих этапов решения к более конкретным (или наоборот), т.е. движение по генетической линии решения. Приведенный нами протокол достаточно убедительно показывает, что это не единственный тип следования друг за другом фаз решения. Из протокола видно, что линия развития постоянно изменяется, испытуемый все время переходит от одного подхода к другому. Такой переход к *соподчиненным фазам* имеет место обычно тогда, когда какое-либо предложенное решение не удовлетворяет или когда по данному направлению не удается идти дальше. Тогда испытуемый ищет какого-либо (более или менее определенного) *другого* решения. Например, когда первое предложение (использовать пищевод) было признано неудачным, происходит довольно радикальное изменение направления. Стремление избежать контакта совсем устраниется и вместо этого испытуемый начинает искать способ сделать ткани нечувствительными. Но уже в 3-м предложении испытуемый опять возвращается к старой тактике лишь в новом ее варианте. И такое колебание туда и сюда

повторяется многократно. При переходе к соподчиненным фазам, как это легко можно видеть, размах этого перехода может быть различен. Ибо такой переход заключает в себе всегда некоторое движение вспять к уже бывшей ранее фазе проблемы; вновь ставится уже ставившаяся ранее задача, возникает новое ответвление от некоторой старой точки «родословного дерева» решения. При этом иногда решающий возвращается к самой первоначальной постановке вопроса, иногда же лишь к непосредственно предшествовавшей фазе.

Пример этого второго рода случаев. Один испытуемый от замечательной идеи дозировать лучи путем вращения тела больного (вокруг опухоли) внезапно перешел к соподчиненной мысли: «Но можно было бы вращать вокруг тела и генератор лучей». Другой пример. Испытуемый только что усмотревший, что предложение послать лучи через пищевод непригодно, мог бы начать искать другой естественный путь в желудок. Это был бы наиболее простой, т.е. наименее возвращающийся назад переход. Но он может искать другой метод устранения контакта (лучей с здоровыми тканями), отказываясь от использования естественного пути в желудок. Или же он вообще будет искать какой-то другой способ избежать повреждения здоровых тканей; тогда отбрасываются все вообще идеи, которые ранее имелись в виду; испытуемый ищет «совсем другого» решения.

Разумеется, при таком возвращении назад мышление никогда не возвращается в точности к тому же самому пункту, на котором оно уже однажды находилось. Неудача определенного предложения имеет своим следствием по крайней мере то, что теперь пробуют решить задачу «иначе». Испытуемый ищет — в рамках прежней постановки вопроса — другой зацепки для решения. Иногда же изменяется старая постановка вопроса — и притом в совершенно определенном направлении, в силу вновь присоединившегося к ней требования, — устраниТЬ то свойство предложенного неверного решения, которое противоречит условиям задачи.

Пример. Окончательной форме нашей задачи на облучение, естественно, предшествует стадия, на которой задача имеет лишь такую формулировку: разрушить опухоль с помощью соответствующих лучей. Само со-

бой напрашивающееся решение этой задачи, состоящее попросту в том, что через тело в опухоль посылается пучок достаточно сильных лучей, сейчас же признается непригодным, так как результатом такого приема является, очевидно, разрушение и здоровых тканей. Это приводит к тому, что к первоначальной постановке проблемы присоединяется в качестве добавочного требования *устранение вредности*, и только тогда возникает наша форма задачи (излечение... без повреждения здоровых тканей). Еще один пример. При задаче с маятником испытуемые иногда предлагают приставить к маятнику надсмотрщика, который при помощи компенсирующего передвижения груза сохранял бы длину маятника неизменной. Обычно спонтанно возникающая при этом мысль, что такое компенсирование не может быть достаточно точным и, кроме того, будет мешать ходу часов, обогащает первоначальную постановку проблемы («компенсировать изменение длины маятника») важным добавлением: «автоматически».

Это «учение на ошибках» играет в процессе решения задачи такую же важную роль, как и в жизни¹. В то время как простое понимание, что «так не годится», может привести лишь к непосредственной вариации старого приема, выяснение того, *почему* это не годится, осознание *основ конфликта* имеет своим следствием соответствующую определенную *вариацию, корректирующую* осознанный недостаток предложенного решения.

§ 13. Два родословных дерева процессов решения. Здесь мы приводим в качестве приложения два сводных родословных дерева, составленных из многих протоколов. Родословное дерево задачи на облучение относится к 16 испытуемым из индивидуальных опытов и к 26 испытуемым из коллективных опытов; испытуемыми были немецкие и американские студенты-психологи. Буквами P_1 , P_2 ... обозначены (не в хронологическом, а в логическом порядке) основные фазы процесса решения, римскими цифрами, большими и малыми буквами латинского алфавита обозначены более частные, сопод-

¹ Ведь жизнь, между прочим, есть совокупность процессов решения бесконечного числа больших и малых проблем (из которых, конечно, лишь небольшая часть решается сознательно). Характер, поскольку он образуется в жизни и через жизнь, есть нечто вроде типа решения задач.

чиненные друг другу фазы. Числа, стоящие за фазами, указывают, сколько раз соответствующая фаза встречается в протоколах (числа без скобок — число спонтанных предложений, числа в скобках — число предложений при некоторой помощи со стороны экспериментатора). Если не стоит никакого числа, то это значит, что соответствующая мысль интерполирована мною (как функциональное значение какого-либо действительно предложенного решения). Второе родословное дерево относится к задаче с маятником и составлено на основе шести протоколов индивидуальных опытов и 33 протоколов коллективных опытов.

В эти родословные решения включены все высказанные испытуемыми решения, включая нелепые и малопонятные. Разумеется, протоколы коллективных опытов намного беднее промежуточными фазами, чем протоколы индивидуальных опытов. В коллективных опытах испытуемые имели в своем распоряжении примерно только 10 мин. времени, а в индивидуальных опытах (когда это было нужно) — более часу. Кроме того, испытуемые индивидуальных опытов все время побуждались к думанию вслух и не должны были сами записывать свои мысли.

Родословное дерево задачи на облучение

- P_1 Разрушить опухоль лучами, не разрушая здоровых тканей, 42.
- $P_2 I$ Никакого контакта между лучами и здоровыми тканями, 1.
- $P_3 IA$ Провести лучи по возможности по такому пути, на котором нет тканей, 2 (2);
- $P_4 IA$ *a* ... через пищевод или кишечник, 12.
 b Заставить испытуемого проглотить излучающее вещество, 4.
 c Послать лучи кратчайшим путем, 7; *d* ... через наименее важные для жизни области¹, 7. *e* Послать лучи сверху².

¹ Оба эти предложения были получены в коллективном опыте, в котором эллипс на схематическом чертеже был нарисован по случайности особенно узким.

² Этот испытуемый понимает схематический чертеж «буквально».

- P₃* IB Оперативное удаление здоровых тканей с пути лучей, 17. *C* Экран между лучами и здоровыми тканями, 1.
- P₄* IC *a, b* Введение в организм вещества, не пропускающего лучей, 1.
c Свинцовая оболочка вокруг желудка с отверстием для лучей, 1.
d Изолирующая пластиинка на поверхности тела, 5. *e* Заключить вредящие лучи в безвредные¹, 2.
- P₂* II Сделать здоровые ткани по пути лучей нечувствительными, 8. (Или наоборот: сделать опухоль более чувствительной, 4.)
- P₃* IIIA Путем введения химического вещества, 10.
B Путем закаляющего предварительно облучения, 2, или вопрос: а больные ткани не обладают большей чувствительностью? 6 (1). Или: применить лучи, в отношении которых больные ткани обладают большей чувствительностью, 9.
- P₂* III По пути к опухоли малая интенсивность лучей, 6 (6).
P₃ IIIA Лучи по пути к опухоли менее сконцентрированы, 2 (2).
- P₄* IIIA *a* ...применяется собирающая линза, 5 (2).
b ...в опухоли пересекаются несколько слабых лучей, 2 (2).
c Применяется вращение тела или источника лучей вокруг опухоли, 1.
d Понизить по пути к опухоли интенсивность лучей (например, с помощью других лучей, перпендикулярных к первым), 12. *C* Ослабить лучи на пути к желудку с помощью интерференции, 3.
 Применить лучи, которые действуют только на определенном расстоянии? 3.

¹ Решения *P₄* IC и *c* обусловлены, очевидно, частично неправильным пониманием задачи. Надо ведь защитить не только здоровые части желудка и не только ткани, лежащие за желудком. Решение возникло из совершенно неправильного понимания задачи. Решение *e* исходит из применения ложной модели, лучи понимаются наподобие яда, который не должен соприкасаться с телом.

- B* Включить лучи на полную интенсивность лишь тогда, когда они достигнут опухоли, 4.
- P₂* IV Вылечить без помощи лучей¹, 1.
- P₂* V Пусть здоровые ткани будут разрушены (это меньший вред), 1.

Р од о с л о в н о е д е р е в о з а д а ч и с м а я т н и к о м

- P1* УстраниТЬ то обстоятельство, что вследствие обусловленных колебаниями температуры изменения длины маятника часы идут неравномерно, 39.
- P2* I Сохранять постоянную температуру, 11.
- P3* IA Поместить в защищенном месте (защищенным от колебаний температуры), 3 (4),
- P4* IA а ...в подвале, 1, б ...не на внешней стене, 1, с ...в небольшом, защищенном от течения воздуха месте, 1, d ...в пустоте, 4, e ...в непроницаемом для воздуха футляре, 5, f ...в парах, 1, g ...в ящике, наполненном льдом, 1.
- P3* IB Компенсация колебаний температуры.
- P4* IB а Кто-нибудь регулирует температуру путем соответствующего нагревания и охлаждения пространства, 1, б ...путем перемещения часов, 1. с Автоматическое включение компенсирующих изменений температуры (при удлинении маятник погружается в холодную воду)2, 1.
- P2* II Устранение влияния температуры на длину маятника, 1.
- P3* IIA Материал, не изменяющийся при колебаниях температуры, 10 (1),
- P4* IIA а ...дерево, 3, б ...платина, 1, с ...покрыть маятник особым лаком, 1.

¹ Это и следующие предложения пытаются отменить поставленную проблему.

² Это предложение является особенно ярким примером «мономатического» решения, т.е. решения, оставляющего без внимания все прочие условия («операция прошла удачно... больной умер»).

- P* IIВ Компенсация изменений длины, 4 (5).
- P* IIВ *a* Кто-нибудь передвигает груз по штанге маятника, 10.
- a*
- b* В пределах маятника происходят противоположно направленные удлинения или сокращения (см. рис. 5, *h—p*).
 - c* В маятнике одновременно происходят удлинение и сокращение (см. рис. 5, *q—s*).
 - d* В результате удлинения штанги груз поднимается кверху (рис. 5, *f*).
 - e* Точка привеса маятника может передвигаться по штанге (или цепи) (рис. 5, *u, v*).
 - f* Гочка привеса сдвигается в том же направлении, что и центр тяжести¹, 2.
 - g* ...в противоположном направлении², 1.
 - h* Оставить зазор (как между железнодорожными рельсами)³, 1.
- P* IIIС Блокировка изменений длины.
- P* IIIС *a* ...путем упирания маятника в какое-либо препятствие⁴, 1,
- b* ...путем заключения маятника в твердую рамку⁵, 1.
- P* III Устранить влияние изменений маятника на ход часов.
- P* IIIА Противовес выше точки привеса, 3.
- B* Компенсирующее действие электричества или магнетизма, 1,
- C* Компенсирующее изменение, силы тяжести путем изменения местоположения, 1,
- D* ...часов, 1.
- E* Пропорциональное изменение всей системы, 2.
- F* Применить металл, при котором, несмотря на изменение длины, центр тяжести остается на месте⁶, 1.

¹ Грубая ошибка, так как такое передвижение точки привеса в пространстве, разумеется, никак не влияет на длину маятника.
(Неудачная конкретизация предложения *e*.)

² Решение другой задачи, которой заменена данная, именно задачи сделать постоянным место груза.

³ Несисно.

⁴ Сравните первое примечание к этому родословному дереву.

⁵ А что будет с рамкой?

⁶ Это уж слишком «благое пожелание».

G Груз очень тяжелый, штанга очень легкая¹.
H Изменение длины компенсируется изменением тяжести², 1.

§ 14. Сопоставление с работами Н.Р.Ф. Майера.

Американский специалист по психологии мышления Н.Р.Ф. Майер за последние годы описал в ряде статей (см. наст. сборник.— *Прим. ред.*) прекрасные опыты из области мышления (решения задач), выполненные им с людьми и крысами. Насколько я знаю, Майер — единственный психолог, которого в настоящее время занимают те же вопросы, каких мы касались в этой главе. Майер пришел в результате своих экспериментов к следующим тезисам относительно продуктивного мышления:

1. Мышление есть новое соединение элементов опыта.
2. Такое новое соединение осуществляется всегда под влиянием определенного «направления».

Эти тезисы обосновываются преимущественно таким образом: Майер разлагает решение определенной проблемы на части и дает своим испытуемым в качестве помощи эти решения частей проблемы; он находит, что эти части процесса решения почти совсем не помогают испытуемому, если, кроме того, ему не указывается еще «направление».

Если внимательнее посмотреть, что именно Майер называет «направлением», то оказывается, что «направление» есть не что иное, как самая первая стадия процесса решения или же преобразования задачи. Остальные «подсказки» содержат в себе следующие (подчиненные) свойства решения.

Из сопоставления работы Майера с нашим исследованием можно сделать следующие выводы:

1. Нет никакой нужды в специальном понятии «направления», которое якобы «комбинирует» «элементы» прошлого опыта. Направление есть не что иное, как проблема, точнее — преобразование проблемы и опосредствующая стадия решения. Короче, то, что Майер называет «направлением», является «организующим принципом» в том же смысле, в каком им является то, что он называет «проблемой».

¹ Полная путаница.

² Но как именно?

2. Точно так же, как нет никакой существенной разницы между направлением и проблемой, нет этой разницы и между «направлением» и «комбинирующими элементами»¹. Ибо эти элементы комбинируются друг с другом лишь по-видимости одновременно. В действительности они по большей части следуют один за другим, причем опять-таки каждый более ранний элемент имеет характер проблемы (следовательно, «направления») в отношении более поздних элементов и характер решения в отношении предшествующих².

Г л а в а II О ПРОЦЕССАХ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (II)

§ 1. **Ассоциативная теория решения задач.** Основным результатом того, что было рассмотрено выше, является следующее: процесс решения какой-либо новой проблемы слагается в типическом случае из ряда последовательных фаз, каждая из которых (кроме первой) имеет характер решения в отношении предыдущей и (кроме последней) характер проблемы в отношении последующей стадии. Вопрос, подлежащий исследованию, принимает поэтому следующую форму: *каким образом из какой-либо определенной фазы решения возникает фаза, непосредственно следующая за ней?*

Достаточно очевидно, что решение не может возникать репродуктивно, на основе простой ассоциации между содержаниями, входящими в различные фазы. Объяснение с помощью ассоциации не становится более убедительным и тогда, когда прибавляют, что ранее были ассоциированы друг с другом не в точности те же самые, а лишь сходные содержания, и что этого достаточно для объяснения. В классическом учении об ассоциациях совсем не имеются в виду какие-либо внутрен-

¹ Эти «элементы» вовсе не всегда должны быть «частями прошлого опыта»; это ясно из всех тех случаев, когда в решение входят новые для решающего предметы (в силу своих подходящих для решения свойств).

² По тем же основаниям я считаю излишним понятие «гипотезы» у Клапареда (1933). Потому что гипотеза у Клапареда есть не что иное, как предварительная стадия решения.

ние отношения между ассоциированными содержаниями, например такие, как «причина чего-либо», «решение чего-либо»; речь идет о пространственной смежности или о сходстве. Но решение смежно или сходно с проблемой или отдельными ее сторонами ничуть не в большей степени, чем бесчисленные другие содержания, например сходные проблемы, любые побочные условия прежних процессов решения и т. д. Если бы ассоциативная теория была верна, то в процессах решения мыслительных задач должны были бы часто возникать совсем бессмысленные ошибки, например испытуемый называл бы в качестве решения и с полной уверенностью какие-либо факты, имевшие место при решении предшествовавших задач или каких-либо сходных проблем и рассматривал бы это как *решение* данной задачи. Из того факта, что таких ошибок не бывает, уже Зельц вывел следствия, говорящие против классической ассоциативной теории мышления, против теории «диффузной» ассоциации и репродукции.

§ 2. Нахождение решения на основе «резонанса». Намного серьезнее подходит к вопросу репродуктивная теория типа зельцевской, в которой уделяется определенное место для таких внутренних отношений, как, например, «часть чего-либо», «рядом с чем-либо», «причина чего-либо», «решение чего-либо» и т. д. Несомненно, что определенный процесс может «путем опыта» приобрести для живого существа свойство быть «решением задачи *A*» или по крайней мере «путем к результату *a*». Поэтому, если когда-нибудь мы будем искать нечто, обладающее свойством быть «решением задачи *A*» или «путем к решению задачи *a*», то решение может быть найдено *на основе совпадения между искомым свойством и свойством, присущим тому процессу, который ведет к цели* (ср. понятие «детерминированной абстракции средства» у Зельца). В таких случаях мы находим решение, в противоречии с классической ассоциативной теорией, путем «антиципации» или «сигнализирования» тех специфических его свойств, в силу которых оно является решением, или путем, ведущим к определенному результату. (Оно может еще и не опознаваться нами как «*решение*» и может еще не быть привычным. Оно лишь должно переживаться нами по крайней мере как «нечто, ведущее к такому же результату, какой в дан-

ный момент является нашей целью». Например, нам необходимо для каких-либо опытов в области восприятия желтое освещение. У нас нет под рукой никаких подходящих фильтров. Тогда нам вспоминается недавно сделанное наблюдение: синяя обложка тетради, освещенная лампой, отражала синеватый цвет, т. е. «приводила» к изменению цветового тона света. (Ага! Отражение от желтой бумаги¹.)

Общую формулу такого способа нахождения решения мы можем, используя предложенную Зельцем теорию «схематической антиципации», изобразить следующим образом: мы ищем $?Rb$ ²; в нашем прежнем опыте было aRb ; на основе (частичного) совпадения с $?Rb$ у нас возникает aRb и, следовательно, a . Такое нахождение решения осуществляется, следовательно, в последнем счете путем «возбуждения подобного» (Зельц), или, точнее, путем *резонанса* (см. более подробно в гл. VI).

Спрашивается, можно ли таким вызывающим резонанс действием соответствующего сигнала объяснить возникновение любого решения какой-либо новой проблемы? Новизна и проблемы и решения не является доводом против теории Зельца. Мы ведь уже видели, что решение не обязательно должно быть заранее осознано как «*решение*». И, кроме того, отдельные стадии решения могут быть весьма привычными; новой может быть лишь их *комбинация*. Пример. Задача на облучение и ее решение являются новыми, но первая стадия решения — «слабая интенсивность лучей по пути к опухоли, сильная на опухоли» — может явиться, по своему общему смыслу, привычным решением обобщенной задачи, «найти прием для осуществления в определенном месте такого эффекта, который в то же время надо устраниТЬ по пути к этому месту». (Ведь очень часто мы уменьшаем интенсивность определенного агента там, где надо уменьшить соответствующий эффект.) А «распределение агента по более широкому пути» в свою очередь может явиться привычным решением задачи «уменьшить интенсивность», и т. д.

Мы видим, что теория «*решения на основе действия*

¹ Этот переход к определенному результату очень часто бывает дан как непосредственно переживаемое восприятие.

² Здесь R обозначает какое-либо отношение; aRb обозначает, следовательно, что a стоит в отношении R к b .

сигнала, вызывающего резонанс», заслуживает тщательной проверки. Действительно, нередко наблюдаются фазы решения, которые возникают именно таким образом. Например, в конце процесса решения часто бывает нужно найти подходящий «предмет», путем включения которого в уже найденный «способ» решения это решение приобретает окончательную форму. Например, при задаче на облучение испытуемый ищет «свободного доступа в желудок» и находит пищевод. Или шимпанзе ищет что-либо «длинное и подвижное» (чтобы пододвинуть банан) и находит сук или кусок проволоки, и т. п. Такие «частичные решения» независимо от того, находит ли их испытуемый в восприятии, как в последнем примере, или в памяти, действительно возникают на основе соответствия между тем, что требуется, и свойством, присущим определенному предмету. (Формула $?Rb$ здесь имеет такое значение: ищется вещь со свойством b ; R обозначает отношение носителя свойства к этому свойству.)

В гл. VI мы будем более подробно говорить об этом типе возникновения решения. Сейчас нас интересует лишь такой вопрос: можно ли по этому образцу понимать и более ранние стадии процесса решения, в которых испытуемый отыскивает не какой-либо определенный предмет, но лишь «способ» решения? Лучше поставить вопрос так: *должно ли понимать таким образом возникновение всех стадий решения?*

Какие свойства процесса решения имеет в виду изложенная нами теория нахождения решения? Если бы всякое решение было только «тем, что ведет к цели» («если есть G , то есть и Z , а если нет G , то нет и Z »), то эта теория была бы все-таки еще применима. Ибо большего она не требует. *Содержание решения и содержание цели могут с точки зрения этой теории стоять в любых отношениях друг к другу.*

Другими словами, теория, согласно которой решение возникает на основе действия сигнала, вызывающего резонанс, одинаково хорошо применима ко всякому, какое можно себе представить, многообразию комбинаций, соединяющих различные проблемы с различными решениями. Возможен вопрос: не содержит ли в себе *действительное* отношение между решением и проблемой каких-либо иных эвристических возможностей?

§ 3. Эвристические методы мышления, анализ ситуации как анализ конфликта. Посмотрим, какое в действительности существует отношение между решением и проблемой. Мы найдем следующее: *решение всегда есть вариация какого-либо критического момента ситуации*. Так, например, при решении задачи на облучение изменяется или пространственное расположение лучей, опухоли и здоровых тканей, или интенсивность (концентрация) лучей, или чувствительность тканей. И в первом случае может изменяться или путь лучей, или положение здоровых тканей, или положение опухоли (этим в задаче на облучение примерно исчерпываются первичные «конфликтные моменты»).

Каждое решение возникает, следовательно, из конкретного специфического субстрата, составляющего ситуацию задачи. Уже по одному этому каждое решение задачи на облучение, как решение именно этой задачи, отличается от каждого решения, например задачи с маятником. Решения этой последней задачи говорят о температуре и форме маятника, а не о лучах, тканях и т. п. Это в такой же мере важно, в какой оно кажется правильным. Ибо отсюда следует, что при поисках решения надо возможно четче иметь в виду заданную задачей ситуацию. Тот, кто просто будет пытаться воспроизвести в памяти нечто относительно «решения данной задачи», может остаться слепым к внутренней природе стоящей перед ним проблемы, подобно тому, кто вместо того, чтобы самостоятельно решить задачу, обращается к сведущему человеку или к справочнику. (Конечно, к этим приемам не следует относиться пренебрежительно, они имеют определенное эвристическое значение, они могут помочь найти решение, но такие приемы нахождения решения имеют мало общего с мышлением.)

И при решении задачи на облучение и при решении задачи с маятником случалось, что испытуемые, которым решение было несколько известно из прошлого опыта, спрашивали себя: «Об этом я ведь уже когда-то слышал; как же это было?» Что такое желание вспомнить часто решительным образом мешает думанию заново, каждый читатель когда-нибудь испытает на себе (например, при решении математических задач).

Мы можем, следовательно, сказать: «настойчивый» анализ ситуации, в особенности стремление осмыслен-

но варьировать соответствующие свойства ситуации под углом зрения цели, должен входить в собственную сущность возникновения решения, находимого мышлением. Такие относительно общие приемы решения мы¹ будем называть «эвристическими методами мышления».

Вопрос относительно того, какие именно свойства ситуации надо варьировать, идентичен с вопросом «почему, собственно, это не годится?» или «что является причиной затруднения (конфликта)?»

Ибо всякое свойство ситуации, вариация которого ведет к решению, представляет собой первоначально некоторое «основание конфликта» (например, большая интенсивность лучей по пути к опухоли или пространственное совпадение лучей и здоровых тканей). Каждому решению соответствует некоторое имеющееся в ситуации основание конфликта. Анализ ситуации есть, следовательно, прежде всего «анализ конфликта». При решении задачи на облучение мы спрашиваем: почему, собственно, здоровые ткани будут разрушены? Какие свойства ситуации повинны в этом? Другими словами, мы не просто спрашиваем, как избежать повреждения здоровых тканей: мы стремимся глубже вникнуть в природу, в основание конфликта.

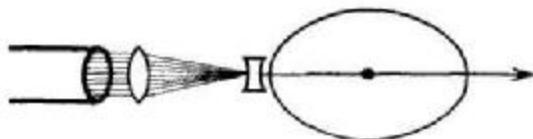
В задаче на облучение постановка проблемы заключает в себе в принципе все причинные отношения, которые необходимы для осознания непосредственных оснований конфликта и для определения соответствующих фаз решения. Ведь в формулировке проблемы идет речь о «лучах, которые при достаточной интенсивности разрушают органические ткани». Зависимость действия от интенсивности агента указана, таким образом, заранее. Далее, указано и на зависимость действия от чувствительности тканей, так как в формулировке говорится: «лучи, которые разрушают органические ткани». Здесь содержится указание на зависимость действия от природы реагента и т. д.

§ 4. Анализ ситуации, как анализ материала. Конечно, анализ ситуации не исчерпывается анализом конфликта. Проблемная ситуация содержит в себе, вообще

¹ Конечно, эти эвристические методы могут быть в свою очередь вызваны очень общей антиципацией: «подходящий метод решения» на основе резонанса. Но в гл. IV будет показано, что есть и сознательный путь к ним, по крайней мере помимо резонанса.

говоря, в более или менее развернутой форме также и всевозможный *материал* для различных решений. Наряду со свойствами ситуации, которые при решении устраняются или изменяются (это так называемые конфликтные моменты), существуют и такие свойства, которые в решении применяются. На относительно спонтанной действенности этих последних основывается то, что мы называли выше «побуждением снизу». В то время как конфликтные моменты отвечают на вопросы: «Почему не получается? Что, я должен изменить?», материал отвечает на вопрос: «Что я могу использовать?» *Таким образом, анализ ситуации выступает в двух видах: как анализ противоречий и как анализ материала.*

Покажем на нескольких примерах (в дополнение к примерам гл. 1, § 2) как некоторые части и черты ситуации выступают в процессе решения в качестве «материала». При решении задачи - послать по реке абсолютно надежный сигнал (т. е. такой, который не может зацепиться за что-нибудь, который нельзя выловить) — один испытуемый, обратив внимание на неустранимое свойство воды проникать всюду, пришел к решению «окрасить воду». Или, например, при изготовлении материалов для коллективного опыта с задачей на облучение эллипс был сделан слишком узким. Это привело к тому, что из 43 участников этого коллективного опыта 7 человек сделали предложение пустить лучи по кратчайшему пути (т.е. по короткой, а не по длинной оси эллипса); такого предложения я никогда в других случаях не встречал. Очевидно, меньшая ось бросилась в глаза как подходящий путь.



Однажды я дал группе из 5 испытуемых в задаче на облучение такой рисунок, на котором по соседству с эллипсом были изображены линза и конвергирование лучей (рис. 6), как будто бы первоначальный пучок лучей был слишком широким и потому нужна была линза,

чтобы уменьшить поперечник этого пучка. Пяти другим испытуемым я дал (в целях сравнения) обычный рисунок. Результат получился следующий: 3 из 5 испытуемых первой группы использовали линзу в решении задачи, тогда как из второй группы никто не пришел к решению с помощью линзы; по остальным моим результатам видно, что нужно взять не 5, а 75 испытуемых, чтобы получить три решения с помощью линзы (без помощи рисунка, содержащего в себе изображение линзы). Следовательно, рисунок линзы и конвертирование лучей побудили к осмысленному использованию их.

Совершенно аналогичные факты включения бросающихся в глаза компонентов ситуации в процесс решения наблюдались и в опыте, в котором 12 испытуемых получали рисунок, изображающий, кроме пучка разрушающих ткани лучей, еще (перпендикулярный к нему) пучок рентгеновских лучей («для установления положения и состояния опухоли»). 12 других испытуемых, которым был дан обычный рисунок, составляли контрольную группу. 6 из 12 испытуемых первой группы пришли к решениям, в которых применялись «другие» лучи (отчасти именно рентгеновские: «для устранения вредного действия лучей» и т.п.); из 12 испытуемых контрольной группы такие решения предложили лишь 3.

Прекрасные наблюдения относительно действия помогающих *данных* (таких, которые дают подходящий материал к уже имеющимся «направлениям», и таких, которые побуждают к новым направлениям) можно найти в уже упомянутых работах Н.Р.Ф. Майера.

§ 5. Анализ цели. Наряду с анализом ситуации в двух его формах анализом противоречия и анализом материала, для типичного процесса мышления характерным является *анализ цели, требуемого*, вопрос, «чего, собственно, я хочу» и часто дополнительный вопрос, «без чего я могу обойтись». Например, при задаче на облучение решающему может стать ясно, что вовсе не необходимо направлять лучи одним пучком, как это показано на исходной модели, что без этого можно обойтись. Аналогичным образом при задаче с маятником может быть найдено, что обычная форма маятника есть нечто такое, «без чего можно обойтись». С помощью вопроса о том, что именно требуется, мышление может освободиться от мешающих делу «фиксаций».

Сходную роль играет намеренное обобщение постановки проблемы, цели, т. е. вопрос: «Что, вообще говоря, делают, когда...» При задаче на облучение я не раз, когда испытуемый «из-за деревьев не видел леса», рекомендовал этот эвристический метод обобщения, говоря: «А что вообще делают, когда хотят с помощью какого-либо агента осуществить в определенном месте некоторый эффект, который вместе с тем желают устранить на пути к этому месту?» Хотя испытуемый часто отвечал: «Да я все время пробую это сделать», все же вопрос ему помогал, являясь в известной мере устраниением фиксации.

В дальнейшем, рассматривая процесс решения математических задач (см. гл. III), мы ознакомимся еще с другими формами анализа ситуации и анализа цели. Результаты же этой главы мы пока формулируем следующим образом: *«В типическом процессе мышления решающую роль играют определенные эвристические «методы», которые обуславливают возникновение следующих друг за другом стадий решения»*.

Эти эвристические методы не указаны в приведенных выше «родословных» решений задачи. Они не являются фазами или свойствами решения, а «путями» к нему. Они спрашивают: «как мне найти решение», а не «как мне достигнуть цели»¹.

Осмыслиенные эвристические «методы» можно констатировать уже в простейших опытах с животными. Так, например, Торндайку в его знаменитых опытах с кошками удалось установить, что в ходе опытов увеличивается «тенденция обращать внимание на свои действия»(вместо того чтобы пробовать вслепую). В опытах с такой же проблемной ситуацией Адамс нашел, что «обычно время, заполненное только деятельностью, оказывалось малым в сравнении с временем, которое было отдано рассматриванию ситуации» [1].

§ 6. Податливость (рыхлость) моментов ситуации. По какому направлению в каждый данный момент пойдет процесс решения, это зависит от психологического рельефа ситуации, от «податливости» или «рыхлости» соответствующих моментов ситуации. Для многих испы-

¹ Решение есть путь к цели, которая поставлена задачей, а эвристический метод — путь к решению.

туемых задача на облучение, по крайней мере в первый момент, представляется так, что соответствующая вариация пути лучей является, безусловно, необходимым и единственным приемом решения. Остальные критические моменты ситуации (таковыми являются интенсивность лучей, внутренние свойства тканей), остаются «неизменными», «устойчивыми», «не относящимися к вопросу».

От каких незначительных нюансов постановки вопроса может зависеть направление процесса решения, показывают следующие опыты: две группы испытуемых получили задачу на облучение с одним и тем же текстом и одинаковыми рисунками; лишь две фразы, которые должны были пояснить непригодность прямого «решения» задачи, были формулированы для одной группы одним, а для другой — другим образом.

Группа I получила такую формулировку: «При этом лучи разрушили бы и здоровые ткани. Как можно было бы не допустить, чтобы лучи причинили вред здоровым тканям?» Группа II получила вместо этой такую формулировку: «При этом и здоровые ткани были бы разрушены. Как можно было бы сделать так, чтобы здоровые ткани не были разрушены лучами?» То есть те же самые мысли были выражены один раз в действительном залоге, а другой раз — в страдательном. В первом случае ударение лежит на лучах, во втором — на здоровых тканях. Чтобы установить, повлияло ли такое различие в ударении на направление решения, на выбор основной линии, я подсчитал в обеих группах протоколы, в которых интенсивность лучей так или иначе являлась исходным пунктом решения. (Сюда, очевидно, относятся все линии, исходящие из P III, а также вопрос: «Не являются ли больные ткани более чувствительными, так что можно применить сравнительно слабые лучи?» — короче говоря, все «решения на основе «вариации интенсивности».) Частота такого рода подходов, несомненно, является симптоматическим показателем особой «рыхлости» лучей.

Действительно, оказалось следующее: вариацией интенсивности лучей занимались 10 из 22 испытуемых первой группы (43%) и только 3 из 21 (14%) испытуемых второй группы, кроме того, в первой группе интенсивность лучей (там, где она имелась в виду) играла гораздо более важную роль.

«Однопучковость» лучей (*один пучок из одного источника*) почти для всех испытуемых была таким очевидным, твердым условием решения, что уже по одному этому мысль о «концентрации нескольких слабых пучков лучей на опухоли» почти не могла возникнуть¹. Если бы я достаточно рано заметил это, во всей его важности, то я при основных опытах не давал бы рисунка, который фиксирует определенные свойства и потому является помехой. Я долго удивлялся тому, что мысль о концентрации лучей и три подчиненных ей решения Р III А а — с встречаются так редко. Например, в коллективных опытах в 26 протоколах имелось лишь два спонтанных высказывания (принадлежащих *одному испытуемому*), относящиеся к этой группе решений. Другие поставленные мною коллективные опыты с задачей на облучение дали процент не выше этого. Хотя во всех коллективных опытах испытуемые имели лишь самое большое 5—10 мин. времени, все же незначительность числа решений «с помощью концентрации» должна была казаться удивительной. Наконец, мое подозрениепало, во-первых, на рисунок и, во-вторых, на то, что агентом являются лучи. (Многим испытуемым могло быть мало привычно, что интенсивности лучей могут суммироваться. Вообще, лучи, как мы их знаем из обычного опыта, нелегко представить себе разделенными на отдельные друг от друга и суммируемые части.)

Чтобы проверить это подозрение, было поставлено несколько коллективных опытов.

1. 11 испытуемых получили задачу *с приложением рисунка*, 11 других — *без рисунка*. (Испытуемыми были ученики предпоследнего класса реального училища.) Результат: с рисунком — 9% решений путем концентрации, без рисунка — 36%.

2. В двух других коллективных опытах (проводившихся без рисунка) 28 испытуемых получили задачу в старой формулировке, тогда как 30 испытуемых полу-

¹ Здесь часто имели место такого рода высказывания: «Да я ведь думал, что надо сделать именно так, с помощью одного источника излучения, как на рисунке». Точно так же при задаче с маятником были испытуемые, для которых обычная форма маятника была неприкосновенной, так что решения типа РIIВ б — е имели у них мало шансов на возникновение; это часто происходило также оттого, что имели в виду груз на шнуре, а не на стержне.

чили следующий вариант (в котором «лучи» заменены «частицами»);

«Представьте себе, что у какого-либо человека внутри тела, скажем в желудке, есть опухоль. Допустим, далее, что есть особый род мельчайших частиц (при мерно размера атома), которые обладают способностью проникать через органические ткани и, при достаточном числе частиц в единицу пространства и времени, разрушать эти ткани. Как можно было бы с помощью таких мельчайших частиц избавить больного от опухоли же лудка?»

Результат: в опытах с пучком лучей — 18% решений, в опытах с частицами — 37%. (Испытуемыми были частью студенты, частью ученики шестого класса.) Правильность подозрения подтвердилась, следовательно, в обоих направлениях.

Конечно, конфликтный момент может обладать весьма различными степенями «устойчивости». Возможна такая степень устойчивости, которая как раз достаточна для того, чтобы направить тенденцию к изменению ситуации на наиболее податливые места, но которая в то же время устраняется при сравнительно незначительном давлении со стороны разрыхляющих факторов («Дай-ка, я попробую иначе») и при систематическом зондировании ситуации с целью найти «другие подходы». Но, с другой стороны, наблюдается и такая степень устойчивости, которая оказывается сильнее почти всех противодействующих влияний. В этом случае мы говорим о «фиксировании». Прекрасный пример дает известная задача, в которой требуется из шести спичек построить четыре равносторонних треугольника. Решением является тетраэдр (пирамида, образованная четырьмя треугольниками). Для всех испытуемых (у нас было 5 испытуемых в индивидуальных опытах и около 40 в коллективных) первоначальная ситуация является «одной и той же», поскольку все вначале пытаются решить задачу построением в одной плоскости, как если бы задача гласила: «...выложить на плоскости четыре равносторонних треугольника»¹.

¹ Это происходит, очевидно, из того, что все прочие известные задачи со спичками решаются в одной плоскости; это, естественно, должно вести к тому, что мысль: «Задача со спичками» сливаются

Но устойчивость двухмерности у различных испытуемых крайне различна. Бывают испытуемые, у которых фигура при некоторых счастливых положениях, какие нередко случаются при пробах, делает внезапный скачок вверх, в третье измерение. Этот скачок очень облегчается при наличии своего рода «пресыщения»¹ плоскостью, которое наступает в результате длительных и бесплодных попыток решить задачу на плоскости. Такие счастливые «побуждения снизу» возникают, например, при трех плоскостных расположениях, изображенных на

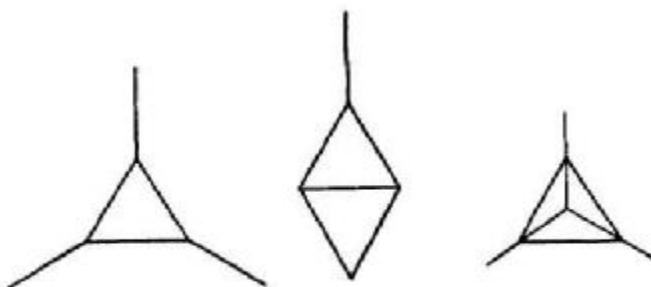


рис. 7, а - в. Но большинству испытуемых такое побуждение не может помочь. Они остаются безнадежно прикованными к плоскости.

Следует заметить, «рельеф устойчивости», свойственный определенной проблемной ситуации, не зависит от произвольного распределения внимания. Наоборот, вообще говоря, непроизвольный рельеф ситуации управляет вниманием.

§ 7. Условия податливости моментов ситуации. Теперь мы рассмотрим, какие факторы, *кроме знания и навыка*, являются решающими для «тематичности» или «рыхлости» моментов ситуации, и в особенности кон-

с мыслию: «Решение путем выкладывания на плоскости». Кроме того, спички по своей природе мало пригодны для постройки трехмерных фигур.

¹ Х. Карстен установил, что при растущей «насыщенности» растет тенденция к спонтанному варьированию соответствующей деятельности.

фликтных моментов. Один из этих факторов можно пре красно демонстрировать на следующей простой проблем ной ситуации. Обезьяна хочет пройти с палкой через уз кую дверь. Это не удается. Что делать? Первичный кон фликтный момент заключается в том, что палка натал кивается на дверную раму, пересекается с нею. Это об стоятельство особенно легко осознается как основание конфликта, так как на предшествующей стадии процесса этого обстоятельства не было и одновременно имело место беспрепятственное движение. Без пересечения — движение вперед, при наличии пересечения — движения нет, т. е. обе стороны соответствующего причинного отношения последовательно реализуются в одной и той же ситуации. В силу этого конфликтный момент получает непосредственный наглядный характер неко торого «противодействия». Мы можем это формули ровать в общем виде так: «Конфликтный момент особен но легко осознается на основе своей противополож ности». Другой пример я беру из «задачи с дверью». Дверь должна открываться в обе стороны. (На рис. 8

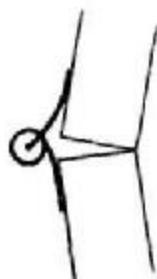


Рис. 8.

показан разрез через дверь, раму и пет лю.) Как это сделать? Тот факт, что «дверь не открывается направо», со держит в себе основания конфликта: «правый угол двери наталкивается на раму, и левый угол двери не отходит от рамы, так как этому мешает петля». Из этих двух оснований более бросается в глаза и становится темой размышления первое, потому что оно означает внезап ное прекращение имевшегося и весьма наглядного движения, тогда как про

тивоположность второго еще никаким образом не наблюдалась. Большая актуальность первого основания конфликта является, по всей вероятности, причиной того, что у 6/7 испытуемых предложения, имеющие в виду устраниить первое препятствие (в особенности предложение срезать раму и дверь наискосок или сделать их тонкими), возникают раньше предложений, направленных на устранение второго препятствия (например, сделать петлю из резины или применить две петли, из которых одна действует

при открывании двери в одну сторону, а другая — при открывании в другую»¹.

Вторую причину того, что определенный конфликтный момент становится темой для размышления, можно опять-таки иллюстрировать с помощью задачи «палка — дверь» (см. выше). Решениями проблемы, как устранить мешающее пересечение палки у дверной рамы, являются по меньшей мере следующие четыре вариации:

1. Поворот палки в достаточно вертикальное или в перпендикулярное (в плоскости двери) положение.

2. Укорочение палки (при сохранении положения).

3. Увеличение ширины двери (при неизменном положении и длине палки).

4. Проламывание дверной рамы на месте, где ее пересекает палка (при неизменном положении и длине палки и неизменной ширине двери).

Этим четырем решениям соответствует столько же конфликтных моментов в первоначальной ситуации. Из них положение палки намного очевиднее, чем остальные. Ибо оно наиболее случайное, наиболее поддается вариации и ничто в самой ситуации не требует именно такого косого положения палки. Другими словами, препятствие тем легче осознается, чем более оно *случайно*.

Третья причина (см. задачу с дверью): толщина и углы обращенных друг к другу частей двери и дверной рамы особенно бросаются в глаза как конфликтный момент, потому что при попытке открыть дверь углы наталкиваются друг на друга, т.е. углы непосредственно испытывают конфликт. Вообще можно сказать, что конфликтный момент тем легче осознается, чем больше, чем прямее он участвует в том факте, в котором оказывается его действие.

Примеры из других задач. Трудность решения задачи на облучение, сводящегося к «распределению лучей»,

¹ В этом направлении лежит правильное решение (см. рис. 9). При вращении налево работает левая петля, а правая поворачивается вместе с дверью; при вращении направо работает правая петля, а левая остается без действия.

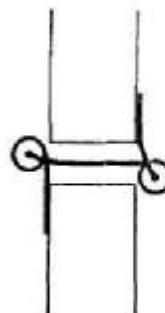


Рис. 9.

имеет своей главной причиной то обстоятельство, что здесь решающее препятствие — наличие *одного* источника лучей лежит в стороне от непосредственно сознаваемого конфликта — от разрушения здоровых тканей — и от прямой причины этого факта — от большой интенсивности лучей, проходящих через здоровые ткани. Многие испытуемые понимали, что большая интенсивность лучей, проходящих через эти ткани, есть нечто, причиняющее вред организму, но считали, что поставленная перед ними цель разрушить опухоль — необходимым образом требует этого. («Ведь лучи должны быть интенсивными и должны быть посланы в опухоль извне; здесь ничего не поделаешь».) Они не видели, что цель (разрушение опухоли) требует большой интенсивности лучей на пути до опухоли лишь при молчаливом предположении, что лучи идут из *одного* источника. Тот факт, что лучи идут из одного источника, есть, следовательно, сравнительно «отдаленный» конфликтный момент.

Аналогичные факты неоднократно наблюдались в опытах с животными. Например, Кёлер сообщает следующее. «К палке, с помощью которой животное могло бы достигнуть цели, привязан крепкий шнур; к свободному концу этого шнура привязано металлическое кольцо... и это кольцо надето на гвоздь... Гранде, Чика, Рана и Тернера тянут сначала за палку, а затем упорно стараются устраниТЬ соединение палки со шнуром...» (вместо того чтобы искать решения в области кольца и гвоздя). Здесь, несомненно, играет, между прочим, роль то обстоятельство, что критический момент «кольцо на гвозде» уже в чисто пространственном смысле лежит далеко в стороне от области непосредственно воспринимаемого конфликта («палка не движется дальше»). Аналогичные факты сообщают Иеркс и другие.

Конечно, определяющие факторы не исчерпываются перечисленными. Относительно податливости тех элементов и сторон ситуации, которые являются «материалом», мы будем специально говорить в гл. VII.

Едва ли заслуживает специального упоминания тот факт, что наряду с упомянутыми факторами нередко выбор тех моментов, за которые по преимуществу хватается испытуемый, определяется *привычкой*. Предшествующие успешные решения каких-либо задач остав-

ляют после себя следы, от которых зависит будущая «локализация трудности» в сходных ситуациях. Однако нельзя такое предпочтение или «фиксацию» рассматривать только как действие *привычки*, как это делает, например, Майер в своем исследовании.

§ 8. **О насильтенных решениях.** В этой связи надо описать еще одну замечательную форму возникновения решения, которую я сначала склонен был считать скорее за курьез, пока не понял, что это практически весьма важно для понимания генезиса решения. Во многих задачах испытуемый приходит к решению просто в силу того, что при несколько насильтенной попытке добиться цели прямым путем физическое соотношение вещей, так сказать, отступает в направлении решения (устраняется непосредственно действующий конфликтный момент). Пример. Если в задаче с дверью испытуемый пытается на первоначальной модели выполнить желаемое вращение, применяя при этом достаточную силу — вовсе не обязательно, чтобы испытуемый делал эту попытку в действительности, пожалуй, даже лучший эффект достигается при попытке сделать это в представлении (потому что в этом случае эффект преувеличивается), — то при этом углы двери должны пострадать. То есть решение путем скашивания углов можно просто «увидеть» на очевидном физическом изменении модели при применении к ней насильтенного решения. Точно также (при том же насильтенном решении) могут разорваться или растянуться петли; а это нередко прямо ведет к решению «петли из резины» или «петли, в нужный момент подающиеся вправо».

Аналогично при сходной задаче «палка — дверь». Если палка с должной силой «проталкивается» через дверь, то она уступает в направлении некоторого (примитивного) решения: концы обламываются.

Третий пример. В задаче с маятником однажды один испытуемый просто заставил (разумеется, в представлении) маятник удлиняться при неподвижности его концов; в результате стержень маятника изогнулся. Хотя эту «ловушку природы» нельзя было прямо применить в качестве решения, все же она по крайней мере могла натолкнуть на такие формы решения, в которых применяется удлинение в других (противоположных) направлениях.

Мы видим, что очень часто при решении задач можно с успехом использовать реакции природы на насильственные действия, направленные на достижение цели (метод насильственного решения).

Впрочем, насильственные решения являются лишь крайним случаем того положения вещей, с которым мы ознакомились выше под названием «третьего фактора». Подобно тому как конфликтный процесс подчеркивает определенные конфликтные моменты тем, что он прямо касается этих моментов, «прямо их затрагивает», точно так же он может затронуть эти конфликтные моменты так сильно, что в известной мере преодолевает их и, таким образом, уже ведет к частичному их устранению.

§ 9. Переструктурирование материала. Всякое решение есть какое-то изменение данной ситуации. При этом изменяются не только те или другие части ситуации, т.е. происходят не только такие изменения, которые мы стали бы иметь в виду при всяком направленном на практические цели описании решения, но изменяется, кроме того, *общая психологическая структура* ситуации (или определенных, имеющих значение для решения ее частей). Такие изменения называют «переструктурированием».

Например, в ходе решения испытывает процесс переструктурирования «рельеф подчеркнутости» ситуации (ее рельеф «фигуры — фона»). Части и моменты ситуации, которые раньше или совсем не сознавались, или сознавались лишь на заднем плане, не тематически, вдруг выделяются, становятся главными, темой, «фигурой», и наоборот (см. § 6 и 7).

Кроме подчеркнутости, изменяются предметные свойства или «функции». Вновь выделяющиеся части ситуации обязаны своим выделением некоторым (сравнительно общим) функциям: одно становится «препятствием» — тем, «за что надо взяться» (конфликтом), а другое — «средством» и т. д. Одновременно изменяются и более специальные функции (например, пищеварительный канал становится «путем лучей» или треугольник из спичек становится «основанием тетраэдра»).

Особенно радикальное переструктурирование обычно происходит в области *отношений целостности и связи*. Части ситуации, которые раньше, как принадлежащие

к различным целым, были отделены друг от друга или, хотя и входили в одно целое, не имели никакого специального отношения друг к другу, объединяются теперь в *одно* новое целое. Например, в некоторых решениях задачи с маятником точка привеса вдруг вступает в отношение с длиной маятника, тогда как ранее между этими двумя частями ситуации не было никакой субъективной связи. (Убедительные примеры изменения связей и группировок приведены в следующей главе.)

Неоднократно указывалось, что такие переструктурирования играют важную роль в процессах мышления, при решении задач. Решающие моменты в процессах мышления, моменты внезапного понимания, «ага-переживаний», возникновения чего-то нового, всегда являются вместе с тем моментами, когда происходит внезапное переструктурирование мыслимого материала, моментами, когда что-то «переворачивается». В третьей части этого исследования мы будем подробно говорить о том сопротивлении, которое оказывает старая структура данного материала всякому новому, нужному для решения структурированию. Там будет более детально показано, какие виды «структурирования» играют критическую роль при различных типах нахождения решения, например при нахождении предметов, нужных для решения (гл. VII), или при нахождении математического доказательства (гл. VIII). Очень вероятно, что глубочайшие различия между людьми в том, что называют «способностью к мышлению», «умственной одаренностью», имеют свою основу в большей или меньшей легкости таких переструктурирований. Кёлер (1930) и Левин (1930) высказали предположение, что возможность переструктурирования материала есть функция определенных особенностей «нервной среды», в которой протекают данные процессы, или даже вообще «психического материала данной личности». В конце гл. VIII мы ознакомимся еще с одной гипотезой.

Но, указывая с особенным и, безусловно, правильным подчеркиванием значения в мышлении этих процессов структурирования и организации, почти совсем упускали из виду другую сторону проблемы. *Как же возникают эти переструктурирования, а вместе с ними и решения?* Тот факт, что они имеют место и что у одного они протекают более легко, а у другого — с трудом, еще

ничего не говорит нам о том, почему они возникают, т.е. откуда берутся направляющие «силы», которые переводят материал из старой в новую (ведущую к решению) структурированность.

Само по себе переструктурирование поля может иметь самые различные причины. Психология восприятия знает большое число «многозначных фигур», которые просто в силу того, что мы достаточно долго воспринимаем их в одном из возможных структурирований, имеют тенденцию переходить в другое, противоположное структурирование (см. спонтанную перемену переднего и заднего плана при перспективном изображении куба, лестницы и т. д.). Здесь причиной переструктурирования, вероятно, является «насыщение». В другом случае, если мы воспринимаем одновременно или последовательно ряд частично одинаковых комплексов (у которых общая им всем часть не сделана незаметной путем маскировки), то при соответствующих условиях эта общая часть, общее свойство определенным образом выделяется как нечто доминирующее, хотя при восприятии каждого комплекса по отдельности субъективно на первом плане стояли совсем другие их аспекты (см. гл. V. § 2). Переструктурирование происходит здесь в силу «выделения общего» (абстракция в силу вариации сопровождающих свойств по Джемсу). В третьем случае, когда мы ищем нечто обладающее определенными свойствами, например нечто длинное, твердое, то все, что объективно обладает этими свойствами, соответственным образом попадает в центр внимания. Здесь причиной переструктурирования является действие соответствующего сигнала, вызывающего резонанс (см. гл. VII). Переструктурирование может быть также вызвано произвольным изменением восприятия формы и т. д.

Наше исследование в первых двух своих частях имеет целью указать причинные (направляющие) факторы возникновения решений. Подробное описание всех изменений структуры не входит в нашу задачу, тем более что здесь основное уже установлено. Но развернутых причинных подходов в гештальт-психологии мышления еще нет. Теория «замыкания», или «прегнантности», слишком обща, чтобы ее можно было всерьез иметь в виду. Конечно, процесс решения продолжается до тех пор, «пока не замкнутся разрывы», пока «организация не

станет полной», «пока не будет устранино препятствие», «пока не будет достигнуто равновесие». И это, конечно, имеет значение с динамической, вернее — энергетической точки зрения. Но теперь необходимо с точки зрения гештальт-психологии изучить, в каких именно процессах осуществляется это «стремление к равновесию», или «прегранности».

Глава III

О ПРОЦЕССАХ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

§ 1. Задача «13». Окончательное решение математической задачи, в особенности задачи на доказательство, имеет форму: «нечто (что в данном случае не подлежит доказательству), из чего следует доказываемое». При таких математических задачах решение обычно осуществляется не сразу, а путем нескольких последовательных ступеней.

Я много экспериментировал со следующей задачей: делятся ли все числа типа 276 276, 591 591, 112 112 на 13? Я приведу протокол одного опыта, который наряду с типическими и вместе с тем бесплодными отклонениями в сторону содержит в себе и наиболее удачный путь к решению.

1. Может быть, уже каждая тройка цифр делится на 13?

2. Может быть, здесь есть какое-либо правило суммирования цифр, как для случая делимости на 9?

3. Это должно следовать из какого-то скрытого общего принципа строения — первая тройка цифр в 10 раз больше второй, 591 591 есть 591, умноженное на 11, нет: умноженное на 101 (эксп.: верно?), нет, на 1001. Не делится ли 1001 на 13? (Общая продолжительность 14 мин.)

Рассмотрим пока лишь процесс 3. Он начинается с анализа цели¹. Ибо утверждение, что все числа типа $a_1b_1c_1a_2b_2c_2$ делятся на 13, не означает, если вдуматься, ничего иного, кроме того, что делимость на 13 следует из общих свойств таких чисел. Далее испытуемый начинает искать эти общие свойства, или, точнее, «свойства строе-

¹ «Целью» здесь является, конечно, не «практическая цель», как раньше, а то, что должно быть усмотрено, доказано. Анализ цели здесь является, следовательно, строго говоря, «анализом того, что надо доказать».

ния» этих чисел, свойства, имеющие отношение к делимости. Тем самым начинается процесс *анализа ситуации*, точнее — *анализа условий*.

Характеристика искомого как «общих свойств, имеющих отношение к делимости», ограничивает искания сравнительно узким кругом свойств. Но некоторые испытуемые ищут на этом этапе процесса лишь каких-либо «других» свойств. При этом они нередко остаются привязанными к наглядно данному, они констатируют: первая и последняя из четырех рядом стоящих цифр одинаковы (что, конечно, ни к чему не ведет).

Важно следующее. Искомое не характеризуется еще как «общий делитель»; оно характеризуется самое большее как «нечто, имеющее отношение к делимости». Положение, что «если общий делитель чисел делится на q , то и сами числа делятся на q », лежащее в основе решения, включается в процесс лишь тогда, когда сравнительно неопределенный анализ ситуации уже выявил часть условной посылки, «основания». Эта посылка в данном случае состоит из двух частей: а) эти числа делятся на 1001. б) 1001 делится на 13. И только через открытие первой части посылки мышление доходит до решающего соотношения основание — следствие, исходя из которого потом естественно, как «дополнение» находится вторая часть посылки (см. выше: «Не делится ли 1001 на 13?»). Нахождение второй части посылки осуществляется, следовательно, при совсем иных условиях, чем нахождение первой. Первая предшествует решающему положению, а вторая диктуется этим положением.

Из 45 испытуемых, которым я давал эту задачу и которые решали ее без помощи с моей стороны (35 в трех коллективных опытах и 10 — в индивидуальных), ни одному решающее соотношение не было внушено прямо самой задачей. Ни одного раза не возникла непосредственно из сознания задачи мысль: «Посмотрю, не имеют ли числа общего множителя, делящегося на 13», — а эта мысль предъявила бы соответствующие требования к непроанализированной еще ситуации¹. С друг-

¹ Мы этим отнюдь не хотим сказать, что нечто подобное вообще не может иметь места; оно может иметь место, например, у опытных математиков. Нас интересует лишь тот факт, что есть и другой путь и что он является, как будет показано, типическим путем нахождения решения.

той стороны, всякий раз, когда испытуемый путем какого-либо процесса анализа условий — не обязательно именно тем путем, который изображен выше,— дошел до общего делителя¹ 1001, тотчас же он принимался за решение вопроса, не делится ли 1001 на 13. Другими словами, испытуемый рассматривал доказательство этого последнего положения как нечто, чего еще не хватает, и в этом можно косвенно видеть вступление в действие указанного выше решающего соотношения. К тому же все испытуемые обосновали, по крайней мере в ответ на вопрос «почему», свое решение ссылкой на это «существующее» и «очевидное» соотношение.

Этот факт, типичность которого мы сейчас покажем, можно сформулировать следующим образом: *решающее (связывающее цель и решение) соотношение основание — следствие здесь вводится в процесс «снизу»* (см. гл. 1, § 11), т.е. под действием частей решающей посылки, причем эта часть была найдена путем анализа цели и условий. Остальную часть решения испытуемый находит как «дополнение» к открытому таким образом соотношению «основание — следствие». В нашем примере анализ условий имел форму «изменения центра» [45] и данном числовом материале: $abcabc - abc$ умноженное на 1001.

В порядке приложения кратко укажем на некоторые часто встречающиеся, но бесплодные подходы к решению, которые по большей части возникают потому, что испытуемый еще не схватил закона строения $abcabc$ во всей его общности и потому слишком ориентируется на конкретные примеры. Приведенный выше протокол содержит во втором пункте вопрос о правиле суммирования цифр. В основе поисков такого правила лежит общее знание, что между суммой цифр и делимостью нередко существует определенное отношение. Очевидно, что идея суммирования цифр вызвала следующий анализ условий: « $2 + 7 + 6 = 5 + 9 + 1 = 15$ (см. выше числовые примеры). Означает это что-нибудь или нет?» Из 13 более подробно изученных протоколов шесть содержат в себе

¹ Это имело место у всех тех испытуемых из общего числа 45, которые вообще дошли до решения, а именно у 9. (35 испытуемых в коллективных опытах имели мало времени для решения задачи, именно 5 мин.)

идею суммирования цифр. Ту же самую частоту (именно $\frac{6}{13}$) имеет стоящая в вышеприведенном протоколе на первом месте мысль, что, может быть, делятся на 13 пары или тройка цифр, из которых состоят данные числа (откуда, конечно, следовало бы, что сами шестизначные числа делятся на 13). В $\frac{2}{13}$ случаев испытуемые ставили вопрос, не являются ли данные числа степенями 13. В $\frac{3}{13}$ случаев испытуемые специализировали модель числа и изучали, например, число 100 100, потому что ведь достаточно общеизвестно, что общий принцип решения часто становится ясным на некоторых особых случаях. (Такого рода специализация иногда наблюдается и при других задачах. Специализация действительно часто является целесообразной и представляет собой очень общий эвристический метод.)

§ 2. Опыты с различными видами указаний. Чтобы испытать предполагаемое влияние некоторых определенных мыслей на дальнейшее течение процесса, можно следующим образом применить метод указаний: экспериментатор вводит извне в процесс решения соответствующую мысль и смотрит, как типически она действует. Я провел с задачей «13» коллективные опыты, в которых шесть различных групп испытуемых получили в процессе решения различные виды указаний.

Указание a. «Числа делятся на 1001».
» b. «1001 делится на 13».
» c. «Если общий делитель чисел делится на 13, то и сами числа делятся на 13».
» d. «Если один из делителей числа делится на p , то и само число делится на p ».
» e. «Различные числа могут иметь общий делитель, который в свою очередь делится на некоторое число».
» f. «Ищите скрытое общее свойство, из которого выводится делимость на 13».

Седьмая (контрольная) группа получила задачу без каких-либо указаний (б. у.).

Другими словами, в случаях *a* и *b* в качестве указания дается одна из посылок решающего соотношения «основание — следствие», в случае *c* дается само это соотношение (в общей форме, которую надо применить к данному случаю), в случаях *d* и *e* — абстрактные компоненты решающего соотношения (в случае *d* — гораздо

более важный компонент), наконец, в случае f — указание на необходимость искать скрытое общее свойство. Если мы посмотрим, встречаются ли эти мысли в процессах решения, протекающих без всякой помощи со стороны, и если встречаются, то в какой генетической последовательности, то окажется следующее. Из этих шести мыслей в 45 опытах, протекавших без помощи экспериментатора, мысль f («скрытое общее свойство») возникала всегда раньше всех других, мысль a («делаясь на 1001») предшествует всем остальным, кроме f . Мысль c (решающее отношение «основание — следствие») всегда раньше b («1001 делится на 13»), мысли d и e вообще едва ли возможны как самостоятельные этапы решения.

Табл. 1 содержит результаты, полученные в трех коллективных опытах, а именно для каждой из семи групп число испытуемых (в %), решавших задачу.

Таблица 1

Группа	Число участвовавших испытуемых	% испытуемых, решивших задачу
a	22	59
b	10	50
c	13	15
d	22	14
e	10	0
f	13	15
б. у.	26	8

Табл. 1 указывает на два важных факта:

1. Посылки, содержащие в себе конкретное указание на 1001 (a и b), помогают решить задачу гораздо больше, чем все остальные указания. (В частности, посылка b , которая, правда, в качестве спонтанной фазы в процессе, протекающем без помощи экспериментатора, никогда не возникает без предшествующего a , но которая, так же, как и a , содержит конкретное указание на 1001, помогает так же хорошо, как и a .)

2. Прочие указания почти совсем не помогают (f , вероятно, потому, что эта ступень процесса едва ли нуждается в помощи). Ибо колебание между 15 и 0% едва

ли переступает здесь за порог случайности; это следует уже из того, что группа «б.у.» дает результаты на 8% лучше, чем группа *e*, хотя, конечно, указание *e*, если и не является помошью, то, конечно, едва ли является и помехой.

В этих результатах мне кажется достойным внимания тот факт, что указание, содержащее в себе решающее общее соотношение «основание — следствие» (указания *c* или *d*), почти совсем «не помогает». Из ранее сказанного мы знаем лишь, что в «естественном» процессе оно возникает не без предшествующей направленной на анализ посылок работы. Теперь мы видим, что оно, введенное в процесс «искусственно», почти не помогает решить задачу, хотя конкретные его посылки (содержащие указание на 1001) делают это в высокой степени.

§ 3. **Основная трудность задачи «13».** Тем, что мы нашли относительно действенности различных указаний, подтверждается вывод, который мы в основных чертах могли сделать и раньше: *основную трудность задачи «13» приходится преодолевать при нахождении общего делителя 1001*. Среднему испытуемому не легко бывает усмотреть в числах типа *abcabc* кратное 1001, не легко даже и тогда, когда мы прямо предлагаем (см. указания *c*, *d*, *e*) искать общий делитель. Качественные данные отчетливо подчеркивают трудность этого «изменения центра». В большинстве случаев испытуемые были сильно удивлены, когда мы им наконец раскрывали, что числа являются кратными 1001 (типа *abc*, умноженное на 1001). После нашего указания все испытуемые, конечно, не могли не видеть, что дело обстоит именно так. А непосредственно перед этим они механически делили (слева направо) данные числа на 13.

Как крепко запечатлена возникающая из механического деления банальная структура чисел, видно из следующего протокола. Испытуемый пришел путем анализа цели к совсем неплохой мысли: «Теорема означает собственно, что если написать остаток, получающийся от деления *abc* на 13, перед вторым *abc*, то получится четырехзначное число, делящееся на 13». Но дальше, несмотря на все старания, испытуемый не пошел. А между тем ведь надо было лишь применить рассуждение относительно остатка ко второй тройке цифр и оба остатка сопоставить друг с другом; в результате возникло бы

число типа $poop$, делимость которого на 1001 сейчас же была бы обнаружена. Но до «усмотрения» того, что остатки, возникающие при делении двух (или нескольких) слагаемых числа, образуют вместе также одно из его слагаемых, испытуемый не дошел. Не дошел потому, что числа были для этого испытуемого слишком «бедны аспектами» (см. ниже).

Из того факта, что основанием трудности, по существу, является «скрытость» делителя 1001 в обычном числовом образе числа типа $abcabc$, следует, что трудность можно уменьшить с помощью такой вариации даваемых в качестве примера чисел, которая делает делитель 1001 заметнее и тем самым доступнее для вычленения. На такую вариацию натолкнул меня один опыт, который протекал следующим образом: «Если теорема верна, то на 13 должны делиться и два соседних числа типа $abcabc$, например 276276 и 277 277 (анализ цели), а стало быть, и их разность. Это (последнее положение) надо теперь доказать. Делится ли 1001 на 13? Да».

Нас интересует в этом процессе решающий аналитический шаг. Испытуемый спонтанно усмотрел, что среди чисел типа $abcabc$ есть в строгом смысле соседние друг с другом. Это «усмотрение» уже дает некоторую свободу от влияния обычного образа числа и стоит уже довольно близко к необходимой для решения структуре: «276 тысяч + 276 единиц». Соседство указывает на постоянство разности и внушает тем самым следующее (очевидное и известное) соотношение «основание следствие»: «Если число a и разность $a - b$ делятся на..., то и b делится на...» (Мы видим, что и здесь решающее соотношение осознается лишь на основе анализа цели и условий.)

Этому процессу решения я обязан следующей вариацией задачи «13», которая (вариация) должна была облегчить открытие делителя 1001. Текст задачи вплоть до примеров оставался тот же, что и раньше. Примеры же были не «276 276, 291 291, 112 112», как раньше, а «276 276, 277 277, 278 278». Результат получился поразительный (табл. 2). Соседство числовых примеров навело анализ ситуации на след разности 1001 и привело, таким образом, к решению.

Числа табл. 2 кажутся слишком малыми, но в действительности таковыми не являются. Основания к это-

му следующие: согласно нашим прежним опытам (с такими же испытуемыми), надо ожидать (см. табл. 1) при 5 испытуемых 0,4 решения, т. е. «0» вполне соответствует ожидаемому результату. Далее, тот факт, что при

Т а б л и ц а 2

Числовые примеры	Число испытуемых	Число решений
276 276		
591 591	5 4	0
276 276		
277 277		3

новых условиях трое из четырех испытуемых решили задачу, соответствует такому проценту решении, которого я в других случаях мог достигнуть лишь при помощи наиболее действенного указания («числа делятся на 1001»). И самое существенное: все трое испытуемых дошли до решения действительно путем нахождения *разности* 1001, т. е. пошли по пути, который в других случаях не применялся.

§ 4. **Облегчение переструктурирования с помощью соответствующего уточнения требования.** Мы установили, что решение, которое заключает в себе изменение центра (аспекта) данного материала, может быть облегчено тем, что новый аспект каким-либо образом «подчеркивается» и тем самым становится более доступным для выделения при анализе условий; подчеркивание может быть осуществлено путем прямого указания (см. § 2) или путем соответствующей вариации материала (см. § 3). Но уже в гл. 1 § 2 было указано на то, что решение всегда возникает из «рассмотрения данного под углом зрения требуемого». Поэтому решение задачи и, в частности, решающее переструктурирование материала можно облегчить или затруднить с двух сторон: не только путем соответствующей вариации данного («снизу»), но и путем подходящей вариации требования («сверху»). В задаче «13» мы облегчали ее решение снизу: путем подчеркивания, подсовывания критического аспекта — «кратное 1001». Попытка облегчить решение сверху, побуждая испытуемого искать общий делитель,

делящийся на 13, оказалась в данном случае неудачной. Но отсюда отнюдь нельзя делать вывод, что переструктурирование никогда нельзя облегчить сверху, т. е. путем соответствующего уточнения требования. Как показывают следующие опыты с «задачей на наглядность», которую ввел в психологию Катона, такой вывод был бы неверным [18]. Правильный тетраэдр надо составить из двух его конгруэнтных половин (рис. 10).

Каждая половина имеет своими гранями две равные друг другу трапеции, два равных друг другу треугольника и квадрат. Испытуемому объясняют, как выглядит тетраэдр (иногда ему показывается целый тетраэдр), и потом ему дают обе половины тетраэдра или же одну из этих половин, т. е. сначала показывают ему эти половины со всех сторон, чтобы он мог видеть грани частей и их конгруэнтность, и затем ставят их перед ним. Испытуемый не может производить пробы путем реального прикладывания одной половины к другой; он может делать это лишь мысленно.

Решение заключает в себе радикальное переструктурирование: плоскости и ребра, которые в двух половинах были гомологичными, в целом тетраэдре попадают на гетерологичные места (например, одно из длинных ребер становится боковым ребром, а другое ребром основания и т. д.).¹

¹ Катона считает причиной трудности этой задачи в первую очередь зрительную иллюзию, заключающуюся в растяжении квадрата в продольном направлении; но можно эту иллюзию устраниТЬ, и задача не становится от этого существенно легче. Впрочем, двое испытуемых, несмотря на это «теоретически» ясное решение, все же не могли себе ясно представить, как именно части складываются в целый тетраэдр. Всегда где-нибудь что-то не выходило.

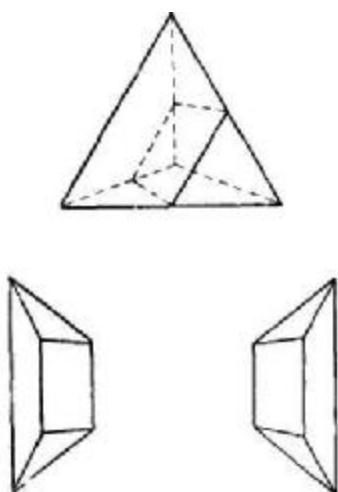


Рис. 10.

В опытах с 7 испытуемыми мы получили следующие данные. *Все решения* (из которых четыре потребовали 2—5 мин., два — 10—20 мин. и одно было сразу вызвано указанием «составить треугольник») возникли в конце концов с помощью фазы решения, направленной на складывание «треугольников». По большей части испытуемые пытались одну из трапеций дополнить до треугольника. Как только возникало это ясное намерение, направленное на получение треугольной плоскости, тотчас же следовало решение; переструктурирование выполнялось как бы само собой (оно «являлось результатом»). «Направление» на треугольную плоскость возникало, конечно, на основе анализа цели. «Составить тетраэдр», конечно, всегда означает «составить треугольники».

Мы можем, следовательно, сказать: «Переструктурирование, вообще говоря, выполняется тем легче, чем острее в требовании задачи «намечена» новая структура».

§ 5. Задача «Высоты». Вторая математическая задача на доказательство, с которой мы проделали много опытов, на этот раз геометрическая, гласит следующее:

«Если соединить основания трех высот треугольника друг с другом, то возникает так называемый треугольник оснований — высот. Почему высоты делят углы этого треугольника пополам? Почему, например, $\alpha = \beta$ (рис. 11)?»

Один из протоколов. Даны высоты. Высоты перпендикулярны сторонам ΔABC ;

следовательно, углы γ и δ равны друг другу, как углы, стороны которых соответственно перпендикулярны друг другу (анализ условий). Следовательно, надо доказать, что $\alpha = \gamma$ и $\beta = \delta$.

Дальше испытуемый не пошел. После некоторых бесплодных попыток решить задачу на этой фазе испытуемый отказался от продолжения. Процесс доказательства мог бы пойти дальше следующим образом: $\alpha = \gamma$, это значит, что α и γ суть вписанные углы, опирающиеся на FM , что, следовательно, точки F, M, A, D лежат на од-

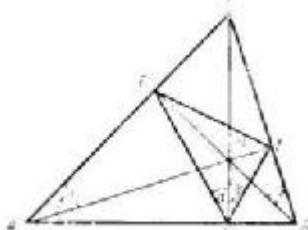


Рис. II.

ной окружности (анализ цели). Надо, следовательно, доказать, что действительно F, M, A, D лежат на одной окружности. Но, согласно условию, углы при D и F прямые и притом опирающиеся на одну и ту же линию AM (так как три высоты пересекаются в одной точке); следовательно, по теореме Фалеса, F, M, A, D лежат на одной окружности; следовательно,...

Рассмотрим процесс более детально.

1. Сначала имеет место процесс анализа условий.

Такое осмыщление данных осуществляется, конечно, всегда *под углом зрения цели*. Подобно тому как в задаче «13» на аналогичном отрезке процесса испытуемый искал имеющие отношение к делимости общие свойства данных чисел, так здесь он ищет таких следствий из данных, которые имеют отношение к равенству углов.

Часто испытуемые ищут здесь определенно какие-либо «углы, которые стоят в каком-либо отношении к α и β », или «подобные треугольники, в которых лежат углы α и β », и т.п. Мы видим, что *направление анализа условий определяется знаниями относительно очень общих отношений* (в данном случае знаниями об отношениях подобия, равенства и т. д.). У меня есть протоколы, относящиеся к самым различным задачам, в которых испытуемые отчетливо ставят перед собой вопрос: «*Какие, собственно, существуют теоремы, относящиеся к этому...?*» (это — важный эвристический прием!). Например, один испытуемый при задаче «Высоты» искал «подходящие теоремы относительно равенства углов», причем ему пришли на ум прежде всего лишь теоремы о подобии и равенстве треугольников. Так как он не хотел идти по этому пути — фигура не обещала никаких равных и подобных треугольников, — он начал искать в памяти «другие подходящие теоремы» и пришел, таким образом, к теореме относительно вписанных углов, которую он, однако, не сумел применить. Другой же испытуемый, опираясь на эту теорему, дошел до решения.

Но, следует заметить, то, что приходит на ум при поисках, относящихся к цели теорем, зависит не только от запаса знаний как такового. Здесь играет существенную роль то, как для данных испытуемых конкретно структурирована модель («фигура»).

2. После того как таким образом, путем анализа условий, было открыто, что $\gamma = \delta$, испытуемый начинал

искать пути к равенствам $\alpha = \gamma$ и $\beta = \delta$. Решающее соотношение основание — следствие гласит в этом случае: «Если две величины соответственно равны двум равным величинам, то они равны между собой». Как и в задаче «13», это решающее соотношение основание — следствие само по себе в высшей степени очевидно и известно. Но так же, как и там, фактическое совпадение «следствия» из этого соотношения с (общей) целью заданной задачи, вообще говоря, еще не влечет за собой осознания этого соотношения. Как правило, это соотношение включается в процесс решения лишь в тот момент, когда путем анализа осознается одна из конкретных частных посылок ($\gamma = \delta$). И точно так же, как и там, испытуемый ищет, исходя из этого, других посылок, являющихся дополнением к найденной ($\alpha = \gamma$ и $\beta = \delta$)¹.

§ 6. Коллективный опыт с задачей «Высоты». В этом параграфе мы сообщим результаты одного коллективного опыта, в котором почти все попытки решения сводятся к следствиям из того, что требуется доказать. т. е. к анализу цели. (До окончательного решения здесь никто не дошел, хотя 26 испытуемых честно стремились его получить. Правда, им было дано всего 5 мин. времени. И, кроме того, надо принять во внимание, что это были ученики последнего класса гимназии.)

Я выписываю различные предложения, сделанные испытуемыми, одно за другим (в порядке их частоты, которая в каждом случае указывается стоящей справа дробью; в этой дроби знаменатель указывает число испытуемых). «Если теорема справедлива, то дополнительные углы к углам α и β должны быть равны друг другу. Может быть, это можно доказать». (10/26). «Если теорема справедлива, то точка пересечения высот — M , которая в этом случае есть точка пересечения биссектрис ΔDBF , должна быть центром круга, вписанного в ΔDEF . Это надо было бы доказать». (5/26). «В этом случае перпендикуляры, опущенные из M на стороны ΔDEF , должны быть равны (как радиусы). Равны они или нет?» (3/26). «Если теорема справедлива, то каждые

¹ Это согласие между двумя задачами, о которых идет речь, отнюдь не случайно. Те же самые факты я наблюдал и при других математических задачах (из различных областей математики), с которыми я делал опыты. По-видимому, эти факты содержат в себе нечто типическое.

две стороны ΔDEF симметричны в отношении к соответствующей высоте. Так ли это?» ($^{2/26}$). «Если теорема справедлива, то высоты, как биссектрисы, должны делить друг друга в некотором определенном отношении (ложное утверждение). Что это за отношение? Нет ли теоремы, говорящей об этом?» ($^{2/26}$). «Если теорема справедлива, то биссектрисы должны делить противолежащие стороны пропорционально прилежащим. Нельзя ли доказать, что они делят их именно так?» ($^{1/26}$)¹. Мы видим, что все пять путей решения являются выводами из того, что надо доказать. Второй из них вовсе не так примитивен, как кажется. Что он в конце концов, «упирается в тупик», испытуемым едва ли мог подозревать.

§ 7. О многосторонности мыслительного материала и возможности его переструктурирования. На мысль, сходную с вторым из только что приведенных предложений, натолкнулся (после ряда других мыслей) один из испытуемых, участвовавших в индивидуальных экспериментах. Он даже довел эту мысль, с некоторым насилием над фактами, до определенного «решения». Это произошло так: «Если теорема, верна, то точка M , в которой пересекаются высоты, должна быть (как точка пересечения биссектрис) в то же время центром описанной вокруг ΔABC окружности². А при этом точка M должна быть также центром окружности, вписанной в ΔABC : эта окружность должна проходить через точки D , E и F . Следовательно, во-первых, надо доказать, что M есть центр окружности, вписанной в ΔABC . Точка M является этим центром потому, что она есть точка пересечения высот³. Во-вторых, надо еще доказать, что окружность, вписанная в ΔABC , проходит через точки D , E и F . Но ME , MD и MF перпендикулярны сторонам ΔABC . Следовательно, вписанная окружность проходит через точки

¹ Кроме этих, было еще несколько случаев анализа цели. На пример, $^{2/26}$ испытуемых анализировали то, что надо доказать, опираясь на теорему о внешних углах (к треугольнику ADF), $^{2/26}$ хотели использовать прямоугольные треугольники.

² Ложное утверждение. Пересечение биссектрис есть центр *вписанной* окружности.

³ Здесь опять включено ложное утверждение. Точка пересечения высот вовсе не является центром вписанной окружности.

D, E и F, так как радиусы перпендикулярны касательным.

В этом процессе, между прочим, интересно, как недостаточно твердое знание «исправляется» в интересах нахождения решения. Мысль о «биссектрисах» натолкнула испытуемого на мысль о «вписанных и описанных окружностях». Он тотчас же увидел, что из свойств окружности, вписанной в ΔABC , может быть, можно вывести решающее свойство описанной окружности. Испытуемый надеялся также, что свойства биссектрис могут через окружность, описанную вокруг ΔDEF , привести к окружности, вписанной в ΔABC . Тогда было бы очень хорошо, если бы высота могла санкционировать это свойство вписанной окружности, т.е. если бы точка их пересечения была бы центром вписанной окружности. Короче говоря, оба неверных допущения не были «случайными», они выполняли определенную «функцию» в довольно широком плане, который был вызван к жизни мыслью об описанных и вписанных окружностях, возникшей в связи с мыслью о биссектрисах, и наглядным восприятием включения ΔDEF в ΔABC .

Весь этот процесс, который мы только что детально развернули, длился в действительности лишь несколько секунд. Испытуемый, несмотря на свои весьма малые познания в школьных предметах, обладал необычайной геометрической одаренностью. У него было, так сказать, прекрасное «перспективное зрение», т.е. он видел не только один какой-либо аспект вещи, но в известной мере через него еще и другие аспекты. *Так как каждый аспект ситуации сам по себе и в особенности несколько таких аспектов, включенные один за другим, могут быть источником какого-либо решения, то положение решающего задачу тем лучше, чем больше то число аспектов, которое он может обозреть одним взглядом, без длительной нацупывающей работы «распутывания», и чем различнее эти аспекты.* Подобно этому, верную тропинку, ведущую через трудно проходимую местность, увереннее и скорее найдет тот, чей кругозор не ограничен только несколькими ближайшими метрами, но охватывает одновременно и более отдаленные возможности дороги. Здесь идет речь о фактах, сходных с теми, которые мы рассматривали (с негативной стороны) несколько выше. Мы видели там, что для решения задачи «13»

обычный (банальный) аспект шестизначного числа является неподходящим, что требуется иной, более глубокий аспект. Нематематик не «усматривает», что такое число является одновременно суммой степеней числа 10, умноженных на некоторое число. У него математический образ «беден аспектами». «*Односторонность материала мысли*», «*бедность аспектов*» является, это мы еще яснее увидим впоследствии, основной характеристикой «плохого» мышления. Теория индивидуальных различий, например в решении вопроса о том, что же, собственно, есть математическая одаренность, должна исходить из этого положения. Она должна объяснить, откуда берется бедность аспектов. Ибо, скажем это уже здесь, недостаточная известность и привычность соответствующих общих аспектов еще не объясняет всего полностью.

Я хотел бы в этой связи кратко описать еще один процесс (кстати сказать, единственный, в котором один из моих испытуемых пришел к решению задачи «Высоты»)¹. Попытавшись сначала решить задачу из рассмотрения сходных треугольников, а потом найти непрямое доказательство, испытуемый в некоторый момент подумал о «вписанных углах» и, не имея еще определенного направления мысли, уяснил себе, что углы D и F прямые. Тогда пришла ему в голову теорема Фалеса:

ADM и AFM являются ведь прямыми углами, опирающимися на линию AM , следовательно, точки A , D , M и F лежат на одной окружности, следовательно, применима теорема о вписанных углах.

Что этому испытуемому так скоро пришла в голову теорема о вписанных углах, а потом теорема Фалеса, т.е. две теоремы, относящиеся к окружности, это нечто необычное. Перейти от биссектрис к вписанной окружности нетрудно — у многих испытуемых «биссектрисы» вызывали в сознании соответствующую теорему, — но дойти до окружности иным путем, и это при данном чертеже, который так мало напоминает об окружности, уже значительное достижение.

Один из испытуемых, когда я сообщил ему решение, сказал: «До окружностей я при этой фигуре никогда бы не додумался». Ибо теоремы возникают в сознании на

¹ Кроме вышеупомянутого коллективного опыта, яставил задачу «Высоты» 5 испытуемым в индивидуальных опытах.

основе некоторых соответствующих, напоминающих эти теоремы, аспектов чертежа — разумеется, совместно с этим действует и задача¹.

§ 8. Работа уяснения до «замыкания» решающего соотношения основание — следствие. Мы теперь уже видим, когда решение будет особенно трудным. *Найти решение тем труднее, чем сложнее подготовительная работа уяснения.* Весь процесс решения можно разложить на два этапа.

1. Этап уяснения (уяснение цели и в особенности условий), который должен привести к решающему соотношению основание — следствие выполняется в значительной мере в расчете «на удачу».

2. Этап «замыкания» решающего соотношения со всеми «дополнениями», которые при этом становятся необходимы².

Чем длиннее первый этап, тем труднее поставленная задача. Эта «длина», как сказано, является функцией не только объективного числа ступеней процесса, но и функцией субъективного «просматривания» и богатства аспектов при данном материале.

Пример процесса, который требует очень много работы уяснения. Требуется доказать: «Если ab делится на простое число p , то или a , или b делится на p . (Предполагаются: понятия общего кратного нескольких чисел, т.е. числа, которое делится на данные числа, и понятие наименьшего общего кратного. Наряду с многими другими теоремами известна также и теорема S : каждое общее кратное некоторых чисел есть кратное общего наименьшего их кратного.)

Процесс протекает примерно так: «Утверждение, что или a , или b делится на p , означает, что если a не делится на p , то b делится, т. е. $b = pa$. Следовательно, это надо доказать. Но если a не делится на p , то ra есть общее наименьшее кратное p и a . Далее, ab есть общее кратное a и p ; следовательно, $ab = q(pa)$ — по теореме S .

¹ Ср. побуждение к «теореме о делителях», исходящее из аспекта «числа делятся на 1001», или побуждение к аксиоме: «Если две величины равны третьей...», исходящее из аспекта $\alpha=\beta$.

² Эти дополнения, конечно, могут в свою очередь быть процессами, имеющими тип целого процесса, т.е. могут в свою очередь распадаться на два этапа.

Следовательно, $b = qp$, т.е. если a не делится на p , то b делится, что и требовалось доказать.

Этот процесс интересен во многих отношениях.

1. Он начинается уяснением цели, которое совсем очевидно, настолько очевидно и общо, что когда его имеешь, то возникает тенденция считать его банальным. В действительности же это уяснение цели содержит в себе принцип всего процесса: из предполагаемой неделимости a умозаключить к делимости b ; оно вовсе ¹ не тривиально, так как его почти никогда не выполняют.

2. Что в положении « b делится на p » имеет аспект $\langle b=pq \rangle$, известно всякому математику и понятно всякому нематематику. Но для нематематика это прежде всего некоторое открытие.

3. Положение, согласно которому если a не делится на p , то ra есть общее наименьшее кратное p и a , кажется вполне очевидным, и тем не менее это одно из тех уяснений, которые лежат уже за пределами спонтанной перспективы неспециалиста в области теории чисел и требуют, следовательно, от него уже обстоятельных размышлений применительно к конкретному случаю. Надо принять во внимание, что подобное уяснение, возникающее на такой ранней ступени решения, может возникнуть лишь более или менее немотивированно, т.е. без знания того, будет ли оно применяться в дальнейшем и как оно будет применяться. Но чем немотивированнее какое-нибудь уяснение, тем меньшей работы должно требовать его выполнение, тем яснее, «рыхлее» должны быть подлежащие уяснению аспекты уже сами по себе. Чтобы заметить возможные пути и проверить их пригодность, нельзя прибегать к обстоятельному ощущиванию взором каждого пути по отдельности.

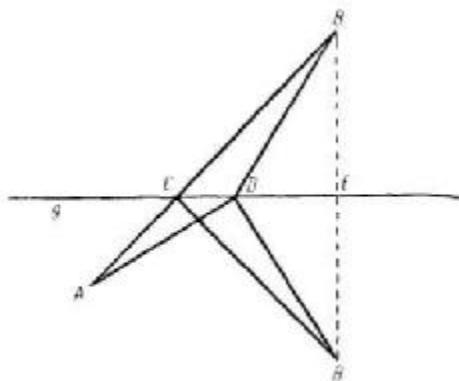
4. Мысль о том, что ra есть наименьшее общее кратное p и a , еще не дает в действительности никакого прямого пути к цели. Нужны поэтому дальнейшие уяснения. Ближайшее уяснение (что ab — общее кратное a и p) является уже менее слепым, ибо оно стоит по

¹ Я поставил эту задачу 3 испытуемым, из которых двое были математиками. Никто из них в ходе опыта не пришел к вышеприведенному уяснению цели. Один из испытуемых взял задачу на дом и через несколько дней принес мне вышеприведенное доказательство.

крайней мере уже в соответствии с более точным требованием: уяснить отношения a и p . Возможно даже, что здесь уже будет вызвана в сознании теорема S и что вследствие этого испытуемый будет искать общее кратное p и a (как «дополнение» теоремы S). Но и при таком точном требовании (направлении) открытие того, что ab есть кратное a и p — отнюдь не легкое дело. Нематематику трудно осознать ab как общее кратное таких двух чисел, которые до того выступали в столь различной роли.

5. Но и при этом последнем уяснении испытуемый может не догадаться, что из него (путем сокращения) прямо вытекает то, что требуется доказать. Другими словами, отрезок уяснения в этом целостном процессе продолжается до предпоследнего шага. Лишь здесь происходит «замыкание».

§ 9. **Фигура напоминает...** Особенno трудны такие решения, которые осуществимы лишь с помощью «искусственного приема», т.е. такие, в которых необходимые (ведущие к цели) уяснения лежат в таком направлении, на которое можно попасть только путем «совсем особого» перецентрирования материала. Сюда принадлежит обычное доказательство, что три высоты треугольника



пересекаются в одной точке. Другой пример. Требуется доказать, что длина ломаной ACB ($\angle gCA = \angle DCB$) меньше, чем всякое другое соединение A и B , касающееся прямой g , например короче, чем ADB (рис. 12).

«Доказательство опирается на прием, который с чисто математической точки зрения кажется искусственным, но который подсказывается интерпретацией, заимствованной из области оптики» (см. [31]).

Это доказательство нельзя найти, если фигура сама не «напомнит» решающему отражение в зеркале (что, однако, в моих опытах с 7 испытуемыми, математически одаренными, не случилось ни разу). Если это произойдет, то тем самым уяснению условий будет дано определенное направление, которое до этого было очень далеким, и решение

можно будет найти. Если этого не произойдет, то проведение каких-либо линий по другую сторону прямой будет крайне маловероятным событием.

И действительно, испытуемые, которым ни фигура, ни экспериментатор не напоминали об отражении в зеркале, «уясняют» себе разные вещи, но всегда лежащие с одной стороны прямой. Например, проводится линия AB так, что возникают треугольники и на нее опускаются перпендикуляры из C и D ; при этом думают о площадях треугольников и т.п. Весьма целенаправленным является следующее мероприятие (рис. 13). AC , CB , AD и DB , каждая в отдельности, выражаются тригонометрически как функции углов C и D и перпендикуляров p и q и сравниваются суммы $AC + CB$ и $AD + DB$; это, однако, ни к чему не приводит; мы видим, что все эти рассуждения разыгрываются с одной стороны линии q .

Очень интересно одно решение, которое по своему типу действительно возникло способом, похожим на тот, каким должно было бы возникнуть решение, приведенное выше. Одному из моих испытуемых фигура напомнила принцип эллипсов: эллипс как геометрическое место всех точек, для которых сумма расстояний от двух данных точек (A и B) есть величина постоянная и меньшая, чем для любой другой точки, лежащей вне эллипса. Теорема, которую надо доказать, означает, следовательно — в терминах эллипсов, — что величина $AC + BC$ определяет эллипс, который должен касаться прямой q .

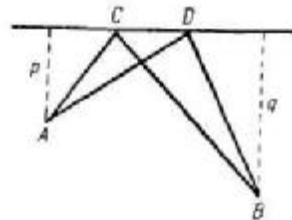


рис. 13.

в точке С (уяснение дели), или, иначе говоря, что q есть касательная к эллипсу в точке С. Когда испытываемый пришел к этому, он сказал: «Теперь мне нужно лишь такое положение: касательная к эллипсу образует с радиусами-векторами (см. AC и CB) два одинаковых угла». (Действительно, при этом доказательство было бы найдено, так как в условиях содержится, что q образует с AC и CB равные углы и возможна лишь одна прямая, образующая с AC и CB равные углы.)

На этом процессе прекрасно видно, что значит выражение «Фигура напоминает...» *Наглядно воспринимаемая фигура вызывает в сознании «сферу» определенных применимых к данному случаю положений и тем самым вызывает и эти самые положения* — блестящий пример эвристической функции наглядности (ср. гл. VIII).

§ 10. Анализ цели и ситуации как уяснение доказываемой теоремы и условий. Результаты опытов, изложенных в предшествующих главах, ознакомили нас с важными эвристическими методами мышления. То, что мы изучали в предшествующей главе как анализ цели и анализ ситуации, играет в сходных формах, при решениях математических задач, такую роль, которую нельзя переоценить.

Здесь есть прежде всего *анализ цели* в форме уяснения того, что надо доказать. Определяющие фазы нередко возникают в силу того, что решающий спрашивает: «Что, собственно, означает то, что требуется доказать? Как это можно было бы выразить иначе? Какие следствия вытекают из доказываемой теоремы? Следствия, из которых можно было бы при обратном ходе доказать эту теорему?» *Другими словами, важные фазы решения часто возникают в качестве следствий из того, что требуется доказать.* Это «изменения центра» в цели, в том, что требуется доказать (не смешивать с изменением центра в предмете задачи, как они имеют место в примерах, рассмотренных Вертгаймером). Они отвечают не на вопрос: «Как надо понять предмет, к которому относится задача, чтобы из этого можно было доказать то, что требуется?», но на вопрос: «Как надо понять то, что требуется доказать, чтобы, исходя из данного предмета, можно было доказать это?»

Из этой формулировки ясно, что уяснение цели, вооб-

ще говоря, не есть *любое* правильное следствие из доказываемой теоремы. Например, из теоремы о бесконечном ряде простых чисел правильным следствием будет не только нужное для доказательства утверждение, что для каждого простого числа существует большее простое число, но и нечто вроде такого вывода: «Следовательно, Леман неправ, что существует лишь конечное количество простых чисел». Или: «Из утверждения $\alpha = \beta$

(см. выше) следует, что $\alpha/2 = \beta/2$ ». От таких не относящихся к задаче уяснений цели ни один разумный человек не будет ожидать приближения к искомому доказательству заданной теоремы. Уяснение цели имеет внутри процесса решения вполне определенную функцию: трансформировать первоначальную «не поддающуюся доказательству» теорему в такую теорему, которую можно доказать данными средствами (при данных условиях). *Анализ цели выполняется, следовательно, с точки зрения «данных» задачи* точно так же, как указанные Вертгаймером изменения центра условий происходят с точки зрения доказываемой теоремы.

Кроме того, надо отметить, что «уяснение цели» вполне аналогично тому «анализу положения», которое в школе рекомендуется при задачах на построение. Точно так же, как там построение считают уже выполненным, чтобы усмотреть связанные с ним отношения и исследовать возможность их построения, так и при уяснении цели теорему считают уже доказанной и выводят из нее следствия, чтобы потом посмотреть, нельзя ли эти следствия доказать.

Второй метод, всюду являющийся дополнением к первому, есть *анализ ситуации* в форме уяснения условий (данных)¹. При решении математических задач возможно несколько различных типов анализа ситуации:

1. Выведение следствий из данных (ср. обычное на поминание учителей математики: «используй данные»).

2. Изменение центра в предмете задачи (это изменение центра, о котором говорит Вертгаймер. Его можно рассматривать как обратимое следствие из условий задачи или, лучше, как эквивалентный первоначальному

¹ В математических задачах анализ условий как «анализ противоречий» отступает несколько на второй план.

предмету задачи; поэтому он есть точное дополнение к результату уяснения цели, которое дает эквивалентную цель задачи).

3. Простое прочитывание определенных положений на чертеже (наглядно воплощающем условия).

4. Случаи, когда чертеж вызывает в памяти относящиеся к доказательству положения.

5. Использование данных возможностей путем проведения вспомогательных линий.

Что уяснение условий протекает не вслепую, что решающий охотится не за всяким следствием из условий, это видно, как и при уяснении цели, из того, что всегда возможно бесконечное количество таких уяснений, вытекающих из данных условий, которые не встречаются и даже не принимаются во внимание ни в одном процессе решения, даже и в сводящемся к «вихрю идей». Например, при задаче «13» никогда не приходит в голову, что сумма цифр шестизначного числа не больше 54 и т.д. Короче, *анализ ситуации выполняется под углом зрения задачи в целом, в особенности под углом зрения цели*. Сфера его ограничена целым.

Кроме того, совершенно ясно, что каждое конкретное уяснение цели уже заключает в себе анализ условий — по той простой причине, что всякая конкретная цель уже заключает в себе конкретные условия. Конечно, иначе обстоит дело при таких прямых уяснениях цели, как, например: «или a , или b » означает то же самое, что «если не a , то b ».

Другими, хотя и более специальными, эвристическими методами при решении математических задач являются, например, следующие: рассмотрение какого-либо подходящего частного случая, выполнение дающего наглядную опору рисунка, поиск непрямого доказательства (доказательства от обратного) и т.д.

§ 11. **Дидактические следствия.** Если я хочу доказать кому-либо определенную теорему, я могу действовать весьма различным образом в зависимости от того, буду ли я при этом исходить больше от данных или же от того, что требуется доказать. Крайние случаи таковы:

A. Я пытаюсь, если только это возможно, развернуть доказательство сверху, от цели, от того, что надо доказать; я спрашиваю: «Из чего могло бы следовать доказательство, что для этого необходимо?»

B. Или я начинаю снизу и спрашиваю: «Что мне дано?» — то есть я развиваю из данных мне условий все возможные следствия, которые потом удивительным образом смыкаются в доказательство теоремы.

Первый путь я называл бы «органическим». Здесь из «функций» (функционального значения) возникает во-площающая ее «материя», помогающие средства. Второй, обратный путь — «механический».

Почему «органический» — «механический»? «Органическое» начало глаза есть светочувствительный участок кожи, «органическое» начало паровой машины — хлопающая крышка чайника, движение твердого тела в результате действия пара. Этой идеи подчинено все дальнейшее как ее постепенная разработка и дифференцировка. «Механически» протекал бы процесс в том случае, если бы природа составляла глаз из его многочисленных высокоразвитых частей и вспомогательных аппаратов или если бы человек «изобрел» паровую машину путем соответствующей комбинации колб, трубок, вентиляй и т.п.

Обучение математике должно, насколько это возможно, идти органическим путем. Конечно, не лишен известной привлекательности тот путь, на котором из темноты долгих приготовлений внезапно вспыхивает искра доказательства — но этот путь неестествен, т.е. чужд естественному процессу возникновения нового. Хотя, как мы видели, при поисках доказательства часто приходится идти «снизу», но, мы это видели одновременно, что даже и такое уяснение данного отнюдь не может протекать без отношения к тому, что требуется. Во всяком продуктивном уяснении условий содеряется, по крайней мере как нечто определяющее сферу, определенные «органические» фазы решения.

Различие между «органическим» и «механическим» путем решения мы наглядно покажем на одном особенно простом математическом доказательстве.

Требуется доказать, что точка пересечения перпендикуляров, восстановленных из середины сторон треугольника, есть центр описанного круга.

Органический путь. Что значит — центр описанного круга? Очевидно, следующее: точка, одинаково удаленная от трех вершин, т.е. $MA = MB = MC$. Это и надо доказать.

MA , AD и MB , BD суть стороны треугольников MAD и MBD . Следовательно, надо доказать, если это возможно, что эти треугольники равны друг другу. Но $AD = BD$; далее $\angle MDA = \angle MBD = \alpha$ (по условию); далее $MA = MB$; следовательно, треугольники равны; следовательно, $MA = MB$ и т.д. (рис. 14).

Механический путь. Соединим точку пересечения высот M с тремя вершинами A , B и C и рассмотрим прежде всего треугольники MAD и MBD . Здесь $AD = BD$; далее $\angle MDA = \angle MBD = 90^\circ$ (по условию), далее $MD = MF$. Следовательно, треугольники равны друг другу, следовательно, $MA = MB$ и т.д.

Но это значит, что M есть центр описанного круга, что и требовалось доказать.

Мы видим, второй путь обратен первому. Конечно, «механический» путь короче, экономнее с точки зрения изложения. Но «органический» путь родственнее естественному ходу продуктивного установления новой истины, по крайней

мере в принципе, так как, конечно, при таком легком доказательстве, какое мы привели, оба пути приблизительно одинаково «естественны».

Резюмирую: с дидактической точки зрения рекомендуется, даже за счет краткости и «изящества», по возможности идти «органическим» путем, делать возможно меньше немотивированных уяснений того, что «дано».

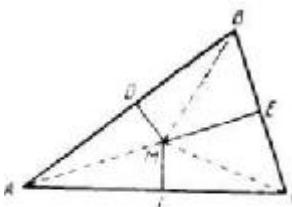


Рис. 14

*Часть II Обучение и
простые решения*

Глава IV

общий инсайт или обнаружение

§ 1. Понимание связей между основанием и следствием как условие решения задач. Материал, изложенный в предыдущих трех главах, дает нам возможность ближе подойти к обсуждению главного вопроса о том, как возникают решения из проблемных ситуаций. Во-первых, мы выяснили, что окончательное решение опосредствуется рядом промежуточных переформулировок задачи; во-вторых, эти переформулировки, или стадии решения, в свою очередь опосредствованы некоторыми эвристическими процессами.

Однако все это дает еще не полный ответ. При решении математических задач способ решения может заключаться, например, в том, что из данных посылок или оснований делаются те или иные выводы. Но психолог должен показать, в чем состоит психологическое содержание процесса «выведения из посылок»; ему необходимо знать, каким образом в мышлении осуществляется переход от одного факта к другому, новому. В иных случаях решение находится путем выявления в ситуации конфликтных элементов; это особенно характерно для так называемых практических задач. Однако анализ ситуации еще ничего не говорит о том, как в мышлении субъекта конфликтные элементы становятся *основаниями* или *причинами*. Элемент, составляющий конфликт, является вместе с тем его основанием или причиной. Аналогично этому решение является основанием по отношению к тому, что требуется найти (к цели). Понять решение — это значит понять его как основание поставленной цели. Таким образом, анализ конфликта и отыскание решения входят в тот круг вопросов, которые связаны с познанием причинных связей. Как же может

мыслящий субъект выявлять причину на основании следствия или наоборот?

Эти два вопроса, а именно как можно выявить логическое следствие из логического основания и логическое основание из следствия, мы объединим в один и сформулируем его так: *какова природа тех связей между основанием и следствием, которые образуют содержание мышления в процессе решения задач?* Другими словами, какими возможностями располагает субъект, который, имея некоторое основание, делает заключение о следствии? Этому вопросу, который для психологии мышления имеет не меньшее значение, чем для философии, будут посвящены следующие две главы.

§ 2. Определения. *Связь между двумя фактами, а и b, называется «полностью познаваемой», когда на основании a происходит непосредственное понимание того, что если имеет место a, то имеет место также и b, и именно b.* (Отсюда следует, что если некоторая связь «принимается только как факт», то она непознаваема.) *Связь между фактами называется «частично познаваемой», если по крайней мере некоторые аспекты b выявляются на основании a или различаются благодаря a.* Другими словами, связь между b и a называется познаваемой, если феноменологические свойства b, в отличие от других его возможных свойств, непосредственно обнаруживаются с помощью a. Говоря «непосредственно», я имею в виду отсутствие вмешательства других факторов. В данной главе мы будем иметь дело только с полной познаваемостью.

В качестве примера полностью непознаваемых связей можно привести причинно-следственную ситуацию, которая использовалась Торндайком в опытах с кошками [39]. Если кошка начинает облизываться, то дверца ящика открывается; или если она нажимает на какую-то кнопку, то происходит то же самое. Из того факта — который следует понимать буквально, — что кошка облизывается или нажимает на кнопку, совсем не следует, что дверца должна открыться. Так же обстоит дело и в области причинных связей: можно найти множество примеров, в которых связь между явлениями непознаваема. Из того, что данный дом принадлежит мистеру N или что он имеет столько-то окон, никак не следует, что у дома серая крыша (в данном случае мистер N

означает не конкретного человека, а просто некоторое лицо).

В отличие от этого можно привести примеры, в которых, несомненно, имеет место «следование» *b* из *a*, т.е. полная познаваемость *b* на основе *a*. Например, из обстоятельства, что «дом выше дерева, а дерево выше куста», следует, что «дом выше куста». Каким образом возможна эта познаваемая связь между основанием и следствием?

§ 3. Об аналитическом и синтетическом доказательстве. На этот вопрос можно дать два ответа: или *b* уже соположено с *a* и поэтому может выводиться из него «аналитически», или же наш разум устроен так, что во всех случаях он связывает *a* с *b*. Второе положение, с помощью которого Кант хотел обосновать возможность эмпирического знания, не стоит того, чтобы на нем долго задерживаться. Оно не соответствует целиком нашему определению познаваемого, которое требует, чтобы связь между *a* и *b* была очевидной на основе *a*. Одна только необходимость или общность связи является недостаточной. Как сказал бы Гуссерль, *b* должно выводиться из «самой сущности *a*».

На первом положении мы остановимся более подробно. Что значит «быть соположенным с чем-либо»? Нечто является соположенным, если, *во-первых*, оно является частью целого, *т.е.* оно следует из целого, *а не из других его составных частей* (конституционная соположенность). Примерами могут служить следующие положения: а) «прямая линия определена двумя точками» (конституционная соимпликация); б) «знание цели и средств принадлежит к сущности действия» (конституционное сосуществование). Так называемая очевидность наблюдения и «выводимость» частей из целого определяются тем, что элементы даются как составные части некоторого конкретного целого.

Понятно, что конституционная соположенность делает возможным очевидное «следование» части из целого; без всякого сомнения, вывод, делаемый на основе посылки, здесь полностью познаваем. Но если бы мышлению не были доступны какие-либо другие связи между основанием и следствием, кроме связей, базирующихся на конституционной соположенности, то от него было бы мало пользы. Поэтому наш вопрос о возмож-

ности существования познаваемой связи между основанием и следствием требует другого ответа.

И в самом деле, нечто является соположенным, если, *вторых*, оно представляет собой следствие из других элементов целого (*неконституционная соположенность*). Как быть с таким примером: «Из $a > b > c$ следует, что $a > c$?» Я могу показать смысл понятия «больше» на любой паре предметов. С помощью полученного таким образом понятия можно прийти к очевидному «формальному» положению: a больше b , а b больше c . Отсюда можно сделать вывод, что a больше c . Однако — и это очень важно подчеркнуть — этот факт не был необходим для констатации того положения, которое явилось его основой и из которого он был выведен. Таким образом, в этом случае вывод не является конституционно соположенным в посылке. (С другой стороны, он мог бы основываться на такой соположенности, если бы, например, положение $b > c$ было взято из посылок $a > b$ и $b > c$.) Выведение факта, который не является конституционно соположенным, мы будем называть «*синтетическим доказательством*»¹. Здесь новый аспект «приписывается» ситуации, которая определена в посылке (ср. с кантовским выражением «*синтетическое суждение*»). Выделение же конституционно соположенного элемента можно назвать «аналитическим».

Приведем другой аналогичный пример. Без помощи математических аксиом можно доказать, что часть части числа a является частью a . Это делается следующим образом: часть целого G можно геометрически предста-

вить (определить) как величину T , которая, будучи сложена несколько раз, будет равна целому; это показано на рис. 15, а. Часть T' от величины T относится к T так же, как последняя относится к G (рис. 15, б). Затем я вижу или делаю вывод, что конечная сумма частей T равна G , т.е. что T является частью G . Здесь вывод не был использован

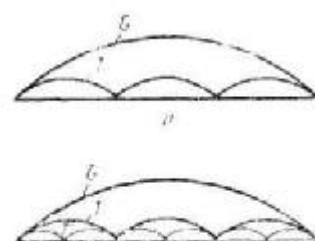


Рис. 15.

¹ Мы будем называть ситуацию формальной, если она строится субъектом лишь на основе понятий, содержащихся в посылке.

при формулировании начального условия. Поэтому здесь нет конституционной соположенности.

Отсюда ясно, что понятия «аналитический» и «синтетический», взятые в их прямом смысле, не являются обязательно противоположными; они представляют собой две стороны определенной связи. Даже «синтетическое» выведение основывается на определенного рода соположенности и поэтому является «аналитическим» в самом широком смысле этого слова. Однако термин «аналитический» тесно связан с конституционной, а термин «синтетический» — с неконституционной соположенностью.

Одно замечание по поводу понятия «наблюдение», в том смысле, в каком оно используется здесь. Под наблюдением мы понимаем событие, в котором не может иметь места, например, следующее: $\langle a>b, b>c, a < c \rangle$. Его можно соотнести с понятием «интуиции» Гуссерля. В одном месте [15, II, стр. 128] он называет восприятие факта $\langle a>b$ «категориальным наблюдением».

§ 4. О современной аксиоматической теории. Необходимо остановиться на некоторых положениях современной математики. Какое отношение имеют эти положения к вопросу об инсайте или доказательстве? С точки зрения современной математической теории [12] прямая линия представляет собой первоначально неопределенное целое, которое приобретает определенность только из соответствующих аксиом. Связь вида «больше» приобретает в математике свойство транзитивности лишь путем логического вывода из определенных постулатов, или аксиом, относящихся к связям типа «между» и «конгруэнтный». Другими словами, в современной математике те положения (связи типа «если a , то b »), которые логически не выводятся из других, называются постулатами, соглашениями (Планкаре), имплицитными определениями (Шлик). Очевидность этих аксиом произвольно сводится к конституционной соположенности (точнее, соимпликации) b в определенном a , т.е. к аналитическому доказательству (тавтологии). Говоря метафорически, математики приписывают «очевидность» математическим понятиям, жертвуя синтетическим доказательством. (Между прочим, сейчас логические аксиомы, т.е. правила дедукции, также предпочитают рассматривать только как постулаты.)

Здесь нельзя выдвинуть какие-либо возражения. Математики и логики вправе поступать так. Если бы даже все правила были не чем иным, как постулатами, и математика и логика все равно были бы возможны. Короче говоря, с их точки зрения «постулирование» и «очевидный вывод» являются равнозначными понятиями.

Однако если рассматривать причинно-следственные связи всего лишь как постулаты, то это не значит, что их нельзя рассматривать по-другому. Может оказаться, что другая точка зрения не имеет отношения к *чисто логическому* содержанию математики. Однако она соответствует действительным фактам, имеющим место в процессах мышления. Этот другой аспект причинно-следственных связей соответствует синтетическому доказательству, рассмотренному выше на некоторых примерах.

С точки зрения *приложимости* математических аксиом к эмпирической действительности не имеет значения, являются ли они практическими положениями или доказанными выводами. Так, если на основе эмпирических данных я путем абстракции прихожу к таким понятиям, как «больше» или «прямая линия», а затем строю из них более сложные суждения, из которых в свою очередь получаю все возможные новые выводы, то у меня остается не больше гарантии, что эти выводы соответствуют реальности, чем если бы я имел дело только с практическими положениями. В конце концов, я мог ошибиться при абстрагировании. Например, короткие отрезки слепка изогнутой линии кажутся прямыми. На основе этой реальности у меня может сложиться абстрактное понятие о бесконечной прямой; между тем в действительности ничего подобного может и не быть. Но отсюда следует, что если даже понятия абстрагируются на основе реальных данных, то это не значит, что они приложимы к этой реальности. Ни один так называемый «вывод из сущности» не может быть прямо приложен к реальности. *Действительно ли заключена данная реальность в той «сущности», которая выражается посылкой, — этого нельзя доказать иначе, кроме как эмпирически.* Следующее положение Эйнштейна справедливо как для синтетической, так и для аналитической познаваемости: «Поскольку положения

математики относятся к реальности, они являются неопределенными, а поскольку они определены, они не относятся к реальности» [5, стр. 3].

Если, как мы видели выше, ни чистая математика, ни исследование реальности не основываются на синтетическом доказательстве, то возникает вопрос о его целесообразности. На него можно ответить троеко: 1. Целесообразно оно или нет, оно существует. 2. Даже в наиболее «формализованной» математике имеются некоторые интуитивные понятия, которые не могут быть устранины, например понятия «элемент», «связь», «следование»; то же самое относится к правилам дедуктивных выводов. 3. Самое важное, как мы увидим дальше, без синтетического инсайта продуктивное мышление было бы *психологически невозможно* ни в математике, ни в логике, ни в исследовании реальности. *Тот опыт, в котором имеет место синтетическое обнаружение, представляет собой психологическую среду, необходимую для всякого продуктивного мышления, включая аксиоматическое.* На этом положении мы остановимся подробно.

§ 5. Как возможно синтетическое обнаружение? Прежде чем обосновать приведенное положение, нам необходимо сделать следующее. На вопрос: «Как возможно синтетическое обнаружение?» — нельзя дать исчерпывающий ответ. Очевидно (если иметь в виду приведенные выше примеры), для возможности синтетического обнаружения имеется следующее основание. Как правило, некоторую ситуацию можно определить с помощью меньшего количества фактов, чем то, которое впоследствии может быть обнаружено, если к данной ситуации подойти с иной точки зрения. Для мысленного представления объекта не нужны все его возможные свойства. Одна и та же ситуация, формально выводимая на основе наблюдения, может рассматриваться: а) с новых сторон, б) при других субъективных установках, в) в новой структуре, г) как некоторое целое и т.д. Как раз эта «многосторонность» мысленного объекта и дает возможным синтетическое обнаружение.

Примеры:

- а) если две «прямые линии» пересекаются больше одного раза, то они необходимо искривляются;
- б) из « a больше b » следует, что « b меньше a »;

в) транзитивность связей «больше» и «часть чего-то»; г) если в комнате находятся человек *A*, человек *B* и человек *C*, то в комнате три человека.

Те аспекты, которые открываются при другом строении ситуации, т.е. с помощью иных аспектов, называются познаваемыми «следствиями» из аспектов, входящих в «основание». Мы увидим, что классическое правило, согласно которому «при данном основании не может быть другого следствия», вытекает из нашего понимания познаваемой связи между основанием и следствием.

Имеющиеся в приведенных выше примерах основания были определены относительно. Например, в выражении $a > b$ элементу *a* приписывается не абсолютная величина, а лишь та область величин, которая связана с *b*. Подобно этому в ситуации «две прямые линии пересекаются дважды» положение прямых определено не абсолютно, а одно относительно другого. Таким образом, из посылок $a = 6 \text{ см}$, $b = 2 \text{ см}$ можно заключить, что $a > b$.

§ 6. Интерпретация синтетического обнаружения с точки зрения гештальт-психологии. В синтетическом виде происходит изменение некоторого аспекта, вместе с тем что-то сохраняется неизменным. Что же именно? Что следует принимать за «основание» вывода? В этой связи рассмотрим пример, изображенный на рис. 16. На

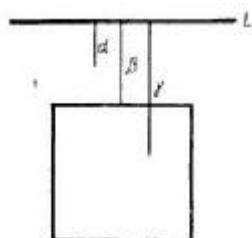


Рис. 16.

определенном расстоянии от квадрата находится линия *L*; ее можно рассматривать как результат перемещения одной стороны квадрата, которая остается параллельной ему исходному положению. Отсюда можно вывести, что если точка находится на расстоянии *a* от линии *L*, то она лежит вне квадрата; при расстоянии *b* она будет лежать на стороне

квадрата, а при расстоянии *γ* — внутри него. Во всех трех случаях положение точки меняется. Каждый раз она располагается на определенном расстоянии от линии *L*. Затем ее положение неожиданно связывается с квадратом. Таким образом, при «новой точке зрения» произошло изменение аспекта.

Если употреблять понятия гештальт-психологии, то это можно выразить так: изменение конкретной «функции» элемента произошло благодаря его включению в новую структуру¹.

Теперь можно было бы обобщить сказанное: синтетическое обнаружение заключается в том, что благодаря включению элемента в новую структуру он приобретает новые свойства. Однако оказывается, что при такой формулировке снова теряется конкретный смысл обнаружения и инсайта. Если, например, соединить чистый водород с чистым кислородом (включив их в соответствующее целое), образуется вода; перед нами предстанет что-то важное и новое, но, конечно, это будет не синтетическое обнаружение. Или предположим, что в эксперименте на восприятие яркость b показалась равной другой яркости, $b + s$, а последняя — третьей, $b + 2s$. Если теперь при сравнении b и $b+2s$ окажется, что они не одинаковы, мы вновь придем к чему-то новому, однако здесь нет никакого синтетического обнаружения. Наоборот, эти случаи с первого взгляда поражают «отсутствием логики».

Короче говоря, синтетический инсайт — это не просто усмотрение результата новой организации. Для того чтобы пример, приведенный на рис. 16, понять как синтетическое обнаружение, его нужно интерпретировать по-другому. В самом деле, с изменением своей «функции» точка не изменяет не только своего количественного аспекта (то же самое относится к атомам водорода и яркости b), но и своего пространственного положения. Это значит, что она остается идентичной в том отношении, в каком она служит «основанием» для двух последующих функций.

Положение точки, которое определялось ее функцией в первой структуре (удаленность от L на расстояние a), остается неизменным, когда во второй структуре функция точки изменяется («она лежит вне квадрата»). Это можно выразить следующим образом: первая структура (расстояние до L) образует основание, на котором в сочетании с другими факторами (например, опреде-

¹ Функцией, или частным свойством, называется такая характеристика элемента, которая присуща ему лишь в данном целом (гештальте).

ленное положение и величина квадрата) происходит синтетическое усмотрение нового аспекта или новой функции. Таким образом, «основание» означает здесь характеристику, определяемую первой структурой; оно должно оставаться неизменным, для того чтобы в новой структуре была обнаружена новая функция. Основание — это то, что остается неизменным при изменении функций. Благодаря такой идентичности становятся возможными такие явления, как, например, «следование», «внутренняя необходимость». При усмотрении нового мы чувствуем, что это усмотрение основывается исключительно на тех свойствах ситуации, которые определены в посылках; новое как бы «вытекает» из этих свойств.

Подведем итог и дадим окончательный ответ на вопрос о возможности синтетического обнаружения.

Синтетическое обнаружение возможно благодаря тому факту, что в ситуации, данной в определенной структуре и характеризующейся определенными функциями (аспектами), могут обнаруживаться новые функции (аспекты), когда эта ситуация, не претерпевая существенных изменений, включается в новые образования. Под новыми я понимаю функции, которые не использовались в характеристике первоначальной ситуации.

Это и есть ответ на вопрос Канта: «Как возможны априорные синтетические суждения?» Синтетическое нужно понимать в смысле следования из неконституционной соположенности, аналитическое — в смысле обнаружения через конституционную соположенность и, наконец, априорное — в смысле познаваемое.

Наш ответ отличается от того, который дается самим Кантом: мы не сводим априорную синтетичность к способностям разума, предписывающего свои законы объекту, а понимаем это априорное как внутренне присущее объекту. Относительно этого пункта мы согласны с феноменологией Гуссерля¹.

§ 7. Об обобщенности и достоверности синтетического обнаружения. Возникает следующий вопрос: возможно ли, чтобы данный инсайт был обобщенным, не-

¹ Для нас неважно, что Гуссерль подразделяет априорное и синтетическое на два вида и называет синтетическим только то знание, которое основывается на материальной сущности; знание, основанное на «формальной» сущности, он называет аналитическим. См. «Logische Untersuchungen», II, I, S. 251; II, S. 184 [15].

сматря на то, что каждый раз он возникает как результат только одной формальной связи? Например, каким образом из сочетания, в которое входят дом, дерево и куст, можно сделать общий вывод о транзитивности отношения «больше»? Из каких источников я узнаю, что результат будет тем же, если вместо данных предметов взять вазу, чернильницу и ластик?

Данный вывод не обязательно должен быть общим, так же как и понятие (например, понятие «больше»), с помощью которого я отличаю существенные свойства предметов от несущественных. Так, я должен отличать свойство «больше» от свойства «больше на 2,5 м» и тем более от совершенно несущественной зеленой окраски дерева, которое больше куста. Я могу делать это в той степени, в какой я могу вообще осмысливать и употреблять понятия. Следовательно, во время наблюдения я могу также определить, какие свойства основания, входящего в данный вывод, имеют место, а какие — нет.

Мы еще не уяснили, какая существует связь между синтетическим обнаружением и «неточностью всякого наблюдения» ([35], стр 27). Почему, например, нельзя прямо обнаружить тот факт, что сумма углов данного треугольника равна 180° ? Почему во многих случаях, которые связаны с точными величинами, наблюдение даст нам только приблизительное знание?

В определенных задачах наблюдение действительно не обеспечивает нам достаточной точности. Но если даже верно, что «всякому наблюдению или какому-либо другому опыту недостает полной ясности и точности», то отсюда нельзя сделать вывод (который делается Шликом), что наблюдению вообще не свойственна *достаточная* точность. Следует прежде всего спросить: если у нас имеется неполная ясность о каком-либо факте, то имеет ли это значение для данной цели?

Рассмотрим обычное доказательство теоремы о сумме углов. Пусть нам дано, что $\alpha' = \alpha$, $\beta' = \beta$, $\gamma' = \gamma$ (рис. 17). Теперь нам необходима еще одна посылка: если к равным величинам прибавить равные, то в результате получится

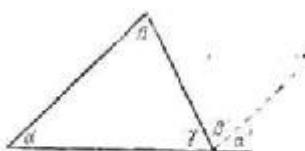


Рис. 17.

равные величины. Требуется ли для этого особая точность наблюдения? Необходима ли она нам для того, чтобы понять, что две пересекающиеся прямые линии больше не пересекутся нигде? Нужно ли особо точное наблюдение, чтобы из условия $a > b > c$ сделать вывод $a > c$?

Таким образом, существуют условия, при которых необходимый факт становится очевидным. Только когда такой очевидности нет налицо, человек, незнакомый с данной ситуацией, начинает искать основания. Особенность доказательства как раз и заключается в том, чтобы превратить то, что очевидно не прямо, в прямо очевидное или в последовательность прямо очевидных шагов.

§ 8. О синтетическом обнаружении, опирающемся на данные основания. До сих пор мы рассматривали преимущественно те основания для обнаружения, которые формально выводятся из определенных теоретических посылок, — другими словами, мы обсуждали *подразумеваемые основания*. Очевидно, однако, что обнаружение нельзя ограничить только умозрительными ситуациями. Кроме упомянутой выше «точки зрения», основания могут быть просто «даны», «находиться как факт». Они нуждаются лишь в том, чтобы их каким-то образом «охарактеризовать». В конце концов в синтетическом обнаружении имеет значение лишь первоначальный способ задания оснований в данной ситуации, их определенных «характеристик», в которых нет конституционной соположенности того, что должно быть обнаружено. Последнее должно являться чем-то новым по сравнению с первоначальным феноменальным аспектом; новым, конечно, не в смысле такого дополнительного материала, который может быть открыт лишь при более тщательном наблюдении.

Приведем пример. Пусть имеется определенная комната с какой-то обстановкой и т.д. Здесь возможно следующее суждение: «Если в этой комнате пройти прямо от плиты до дверей, то нужно пройти также мимо комода». Этот аспект не обязательно должен быть конституционно соположенным в первоначальном способе восприятия комнаты, тем не менее его можно обнаружить с помощью тех вещей, которые находятся в комнате, если провести в ней прямую линию. Другой при-

мер, который встречается почти во всех практических случаях. Данный предмет находится в определенном месте P . Если мои корпус, рука или палка, которую я держу, перемещаются в некотором направлении — не определенном относительно P , — может оказаться, что мое тело (рука или палка) натолкнется на предмет, если между мной и предметом нет других вещей.

Единственное различие между этими двумя случаями и примерами, которые приводились выше, состоит в том, что здесь наблюдаемая ситуация не составлена из каких-либо понятий, а в большем своей части является просто «данной». В первом случае дано все, за исключением прямой линии и рассуждения о том, что находится вокруг нее; во втором случае дано все, за исключением движения в некотором направлении. В данной главе мы особо выделили случаи с теоретически построенными основаниями, потому что сущность синтетического доказательства легче понять, если вначале основание представить как данное теоретически.

Если мы выйдем за пределы теоретических (выведенных формально) оснований, то область применения нашего понимания доказательства неизмеримо расширяется. В повседневной жизни мы обнаруживаем нечто не на основе явно сформулированных посылок, а на основе ситуаций и тех действий, которые мы в них совершаем. В практической жизни мы не интересуемся общими положениями, которые позволяют делать общие формулировки и достигать обобщенного понимания; нас интересуют лишь факты.

§ 9. Приложения к психологии понимания и решения задач. Изложенная выше теория общего инсайта специально рассматривалась без ссылок на экспериментальный материал. Нужно было разработать ее саму по себе, чтобы затем применять к тем проблемам, которые нас специально интересуют.

Начнем с самого простого. Поскольку анализ цели и ситуации заключается в том, чтобы сделать выводы из данных посылок и положений, он относится к синтетическому или аналитическому типу обнаружения¹. Мы

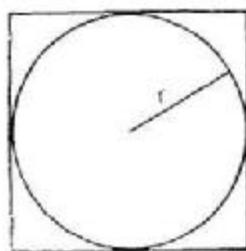
¹ Выражение «анализ» ситуации или цели нельзя смешивать с «аналитическим» обнаружением. Как уже говорилось, синтетическое обнаружение также является «анализом» в широком смысле этого слова.

видели, что «точка зрения» при отыскании нужного факта определяется постановкой задачи в целом. Предположим, нам дана посылка, что простые числа образуют бесконечные ряды; отсюда делается вывод, что для каждого простого числа всегда имеется некоторое большее число. Здесь «точка зрения», на основе которой делается вывод, диктуется желанием преобразовать положение о бесконечности в конечное и общее положение. Понимание того, что фактор бесконечности не обеспечивает возможности обнаружения, было достигнуто за счет анализа конфликта.

Чрезвычайно общее и чисто аналитическое понимание цели играет важную роль в решении задач; однако эта роль остается еще не выясненной. В задаче с простыми числами анализу подвергается природа доказательства вообще. В другой задаче (приводимой Вертгаймером) объектом анализа является сущность измерения: нужно выразить (измерить) сторону квадрата через радиус (r) вписанного круга (рис. 18). Идеальное

решение заключается в следующем: измерить — значит сделать меру и измеряемую величину соизмеримыми. В данном случае ближайшим подходом к соизмеримости является принцип параллельности прямых; таким образом, нужно повернуть радиус так, чтобы он стал параллельным стороне квадрата. Те перь легко заметить, что сторона равна $2r$.

Рис. 18.
Из-за одностороннего выбора примеров, которые до сих пор рассматривались, может создаться впечатление, что область синтетического обнаружения ограничена областью чистой математики и логики. Однако нужно вспомнить, что так называемая чистая математика и логика в большей своей части (за исключением «искусственной» системы аксиом и выведенных на их основе теорем) имеются в реальном мире; другими словами, повседневная жизнь полна математическими и логическими ситуациями. Возьмем две практические задачи, которые рассматривались нами в самом начале: задачу с лучами и задачу с маятником. В обоих случаях пони-



мание наилучшего решения предполагает наличие синтетического инсайта в отношении центрального пункта задачи.

В первой задаче основным является то, что в месте пересечения нескольких лучевых потоков их концентрация будет больше, чем где-либо в другом месте. Полный инсайт факта аккумуляции лучей происходит благодаря рисунку, на котором изображены пересекающиеся потоки. Это «синтетическое обнаружение» и определяет поразительную очевидность решения.

Наилучшее решение задачи с маятником становится очевидным благодаря следующему синтетическому обнаружению: «Если p и q (рис. 19) увеличиваются на одну и ту же длину, то расстояние d между их концами остается постоянным».

Обычно считается, что факты (или аспекты) могут познаваться путем синтетического обнаружения только при их соптнесенности с соответствующими целостными образованиями.

Если весь путь движения палки, включая его экстраполированные участки, рассматривать в виде непрерывной линии и если эту линию соотнести с положением шара, то понятно, что двигающаяся в данном направлении палка ударит лежащий в данном месте шар. Но что произойдет с шаром, если факт удара не вытекает из только что приведенных посылок? Как мы увидим в следующей главе, физическое взаимодействие систем содержит такие связи, которые лишь «следует иметь в виду», но которые не поняты.

Мы уже видели, что понимание наилучшего решения в задачах с лучами и маятником зависит от синтетических оснований, содержащихся в данной ситуации. Таким образом, здесь мы встречаемся с более глубоким пониманием решения по сравнению с тем, о котором говорилось в гл. I, § 6. Там для понимания было в принципе достаточно того, что устанавливалась (в виде «функционального решения») довольно простая и общая причинно-следственная связь между решением и целью (см. пример задачи с кислородом). Эта причин-

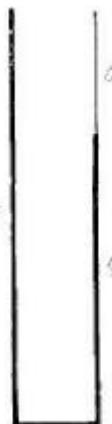


Рис. 19.

ная связь сама по себе может оказаться совершенно непонятой.

Даже наиболее общие эвристические методы продуктивного мышления относятся к типу обнаружения очевидных фактов, точнее, к аналитическому типу. Так, например, анализ ситуации, состоящий в выведении следствий на основе данных посылок, сам по себе аналитически вытекает из природы доказательства. Ведь «доказать» означает не что иное, как сделать вывод о данном факте из имеющихся посылок. Более того, и анализ ситуации, рассматриваемый как изучение того, что дано, и анализ цели как изучение того, что требуется, — эти основные методы рационального исследования сами аналитически выводятся из общей природы решения задач. Решить задачу — это значит связать то, что дано, с тем, что требуется найти. Необходимость знания заданных условий, с которыми нужно оперировать, и знания того, что требуется, чтобы действовать в соответствующем направлении, в свою очередь аналитически вытекает из природы действия. Действовать — это значит делать что-то, руководствуясь знанием о цели и средствах. Подобно этому, такие вопросы, как: «Почему это не подходит?» или «Что нужно сделать, чтобы это стало подходящим?», т.е. то, что мы называем анализом конфликта, связаны с доказательством, основанным на природе «решения». Решение является основанием реализуемой цели, устраниением возможных препятствий на пути к ней.

Нам осталось ответить еще на один важный вопрос.

Предположим, что цель познается из готового решения, т.е. что решение полностью сознается как таковое. Возможно ли, чтобы только на этом основании решение находилось благодаря общему инсайту? Нет, потому что для этого в свою очередь решение должно было бы находиться на основе цели. В конце концов, дана только цель, а решение еще нужно отыскать. Но если познание идет в направлении от a к b , то оно не может найти соответствующее решение в обратном направлении. (Так, из $a>b>c$ можно сделать вывод, что $a>c$, но не наоборот: из $a>c$ не следует, что $a>b$ или $b>c$.) Только в некоторых ограниченных случаях, где цель и решение равнозначны друг другу, существует возможность дедуцирования в обоих направлениях (ср. с

анализом цели в смысле «обратимого» вывода из данных посылок). Но эти исключения, которые сами по себе имеют важное значение, не опровергают правила: во многих случаях мышления синтетическое обнаружение представляет собой «узконаправленный» путь, который закрыт как раз для главного направления — от цели к решению¹.

Имеет ли способ поиска пути решения какое-либо эвристическое значение? Отрицательный ответ был бы неправильным. Вспомним, как находился подход к решению *через* существенное основание конфликта (см. гл. II, § 3). Несомненно, что если из решения *a* следует цель *b* и связь между ними раскрыта, то конфликт не *-b* может обнаруживаться из соответствующего конфликтного элемента не *-a*. Конфликтный элемент, однако, существенно отличается от соответствующего решения тем, что наряду с самим конфликтом он *имеется в данной проблемной ситуации* и поэтому в принципе может быть найден через анализ ситуации. Здесь возникает важный вопрос: облегчается ли обнаружение конфликтного элемента, если он поставлен в очевидную связь с конфликтом?

Рассмотрим ситуацию, когда обезьяна хочет пройти с палкой через узкую дверь (см. гл. II, § 7). Нет сомнения, что конфликт должен быть устранен на основании тех элементов ситуации, которые его образуют (наклон палки и ее длина, узкий проход в дверях и т.д.). Однако можно ли получить какие-либо указания о конфликтных элементах, которые отыскиваются при исследовании ситуации, когда данный факт (застревание палки в дверном проходе) имеется налицо?

Если вопрос ставить в такой форме, то на него в любом случае можно ответить утвердительно. Никто не станет отрицать, что факт застревания обнаруживает свои существенные основания (положение и длина палки, узкий проход в двери) и оставляет в стороне такие несущественные свойства, как цвет палки и двери и т.п. Другими словами, факт застревания как пространствен-

¹ Это можно сравнить с тем случаем, когда мы понимаем и глубоко переживаем стихотворение, песню или картину, будучи в то же время неспособны воспроизвести их.

ная зависимость выделяет на первый план пространственный аспект, оставляя в тени другие (например, цвет).

Мне еще не ясна природа такого выделения, которое, несомненно, существует. По-видимому, оно опять-таки связано с инсайтом. В любом случае на вопрос о том, могут ли такого типа решения — те, на основании которых прямо достигается цель, — находиться путем общего инсайта, следует ответить утвердительно.

В следующей главе мы коснемся, в частности, и этой проблемы. Существуют ситуации, в которых общий инсайт в смысле синтетического или аналитического обнаружения невозможен (например, область причинности в строгом смысле этого слова). Возможен ли в этом случае частичный, неполный инсайт? Если да, то какова его природа?

Г л а в а V

НАУЧЕНИЕ И ЧАСТИЧНЫЙ ИНСАЙТ

§ 1. Эмпирические структурные связи. В предыдущей главе было доказано, что познаваемость связей типа «если *a*, то *b*» основывается на возможности суждения о *b*, когда дано *a*. Такой вывод может быть или синтетическим, если *b* является новым аспектом гетерогенной ситуации *a*, или аналитическим, если *b* является конституционным аспектом ситуации и поэтому не представляет собой ничего «нового». Теперь возникает вопрос: *какова природа тех связей между основанием и следствием, в которых следование b никак не может основываться на a?* Что делает мыслящий субъект с такого рода связями? Зависит ли вообще познаваемость, в том смысле, в каком мы определили ее в предыдущей главе, от возможности выведения *b* на основе *a*? Предположим, что такая возможность отсутствует. Тогда остается рассмотреть еще одну: среди всех возможных феноменологических свойств *b* имеются такие его реальные свойства, которые непосредственно выявляются с помощью феноменологического содержания *a*. Здесь термин «непосредственно» означает отсутствие вмешательства других факторов.

Начнем с того минимума «рациональности», которым должны обладать функциональные связи действи-

тельности, чтобы субъект мог познавать их с помощью мышления.

Если бы пространственные и временные связи между событиями внешнего мира не подчинялись каким-либо закономерностям и были бы полностью хаотичными и случайными, то мышление не имело бы никакой практической пользы.

Константность связей является, таким образом, минимальным условием рациональности¹. Но поскольку ни одно событие не повторяется одинаково, константность связи относится только к его некоторым частям или аспектам. Только отдельные стороны повторяются. Перед человеком возникает задача определить, какие компоненты зависимых явлений имеют постоянную связь, или, другими словами, какие свойства данного события являются существенной причиной того влияния, на котором мы остановили свое внимание.

В окружающем нас внешнем мире константные связи (законы) в большей своей части представляют собой не постоянную совокупность определенных «элементов», а *константную структуру переменных*. Например, между кипением воды и строго определенной температурой нет абсолютно постоянной связи. Но такая связь существует между кипением любой жидкости и той температурой, при которой давление пара начинает превышать атмосферное давление в данном месте. Другими словами, элементы, т.е. жидкость, температура, место и давление, могут изменяться; однако это не влияет на константность связи. Наоборот, при изменении условий события могут определенным образом меняться, а структурная связь остается той же самой. Не только в науке, но и во всех случаях повседневной жизни человек (то же самое в принципе относится и к животным) сталкивается с задачей выявить константную структуру взаимосвязанных переменных. Например, шимпанзе снова и снова может использовать предметы, сходные с палкой (кусок провода, пучок соломы, башмак и т. п.), когда он хочет достать предмет, находящийся за пределами ее досягаемости. Обезьяна делает это только

¹ Статистическое понимание законов природы не отрицает константность вообще, а лишь константность на микроскопическом уровне.

потому, что она поняла, что дело не в цвете, не в первоначальном положении или пространственной направленности «инструмента», а только в следующей структуре: придвинуть предмет поближе к себе с помощью средств, имеющих достаточную длину.

§ 2. Усвоение структурных связей. Тот факт, что задача схватывания существенного содержания может решаться в случаях, когда структурные связи как таковые неизвестны, имеет чрезвычайно важное значение. В этих случаях для субъекта, перед которым стоит задача, с данной причиной может быть связано не только то следствие, которое сейчас имеет место, но и многие другие. Природа позволяет человеку схватывать самые разнообразные постоянные связи, внутренняя сущность которых остается для него тайной.

Прежде всего поставим вопрос: *как можно схватывать связи, которые являются постоянными, но сами по себе полностью не познаны?* Ответ на этот вопрос уже был дан Ф. Бэконом и Дж. Стюартом Миллем, которые разработали так называемые правила индукции. Сущность учения об индукции можно выразить следующим образом: *существенная причина некоторого следствия b — или того, что «приводит» к b, — может быть обнаружена путем абстрагирования от тех факторов, которые общи для всех b-ситуаций и которые не являются общими для всех сходных ситуаций, противоположных b.* «Абстрагирующая индукция» встречается на каждом шагу в жизни человека и животных, разве только менее систематически, чем это имеет место в науке. Психологически она представляет собой процесс, в котором из множества ситуаций некоторого класса «выделяется» общий аспект. Результатом такого выделения является *изменение аспекта* рассматриваемых ситуаций. Это всегда происходит внезапно и иногда сопровождается так называемой «ага-реакцией».

Такого рода перестройки ситуации хорошо наблюдаются в экспериментах на обучение, проводимых как на человеке, так и на животных. Можно, например, научить цыплят всегда брать пищу с более светлой из двух серых бумажек, независимо от светлоты серого цвета. Можно также научить человека всегда выбирать коробку, которая находится слева от средней, варьируя при этом положение и число коробок. В результате

обучения часто возникает неожиданный инсайт. При этом человеку сразу становится ясным, каким должно быть требуемое действие, и кривая ошибок *резко падает*. Между тем сам по себе принцип действия может оставаться неизвестным. Как это ни парадоксально, но оказывается, что инсайтной может становиться связь, которая не во всей полноте доступна для инсайта. Этот парадокс легко разрешается, если иметь в виду, что здесь понятие «инсайт» употребляется в двух разных смыслах. Схватывание общего принципа множества ситуаций еще не обеспечивает понимания самого этого принципа, его внутреннего «почему». Пониманию доступно лишь то, что этот общим принцип дан, если конкретные ситуации остаются таковыми и не изменяются.

Различные ситуации, выступавшие до этого как случайные, неожиданно становятся воплощением найденного принципа. Вместе с тем они приобретают ту познаваемость, о которой уже говорилось в первой главе и которая заключается не в чем ином, как в «сводимости к общему закону». Ее можно назвать инсайтом второй степени.

К сожалению, двойственность понятия «инсайт» часто приводит психологов к недоразумениям. В целях исключения этой двойственности я называю связь типа «если *a*, то *b*» очевидной; если же связь схватывается как общий принцип ряда явлений, из которого могут быть выведены остальные, причем по сравнению с другими возможностями *b* непосредственно выделяется на основе *a*, то это называется инсайтом второй степени.

§ 3. Самые общие структурные связи. Очевидно, что с помощью абстрагирующей индукции общий принцип находится тем быстрее и надежнее, чем больше в нашем распоряжении ситуаций, из которых он абстрагируется. В этом отношении строение того, что нас окружает, является относительным. Рассмотрим приводимый выше пример, в котором нужно было достать удаленный предмет с помощью палки или чего-то похожего на нее. Здесь, помимо всего остального, предполагается знание, что один предмет можно передвигать с помощью другого. Чтобы иметь такое знание, субъект не обязательно должен оказаться в аналогичной ситуации и произвести в

ней всевозможные пробы и ошибки. Пример сообщающего движения, которое может быть не обязательно целенаправленным, а игровым, встречается и в других ситуациях. Не обязательно также, чтобы у субъекта был навык прямого или косвенного передвигания предметов, относящегося к данному конкретному случаю, так как аналогичные события происходят вокруг нас очень часто.

Еще более общим является знание того, что следствие зависит также от природы реагента (его «чувствительности»). Даже маленький ребенок, играя в своей кроватке, понимает, что есть разница между падением на одеяло и ударом о деревянную спинку. От него не ускользает также и то, что мать реагирует на его крик иначе, чем другие люди.

Итак, окружающий нас мир содержит очень общие связи, в которых имеются определенные причинные отношения. Но быть «очень общим» означает вместе с тем быть присутствующим почти в каждом событии. Таким образом, абстрагирующая индукция не испытывает недостатка в материале.

§ 4. О феноменологической причинности. А. Совпадение во времени и пространстве. Не подлежит сомнению, что даже в условиях совершенно очевидных связей субъект в каждом случае должен определять, в чем состоит сущность дела, и на основе этого знания решать новые задачи. Но, по определению, субъект не способен в этом случае сделать следующее: из наблюдения данного события непосредственно заключить о том событии, которое имеет причинную связь с первым. Если мы хотим знать, являются ли причинные связи в окружающей нас действительности по крайней мере частично очевидными (исключая совершенно очевидные случаи), мы должны ответить на следующий вопрос: *содержит ли, например, искомое следствие нечто такое, что позволяет в любом случае выявить причину на основе других рассматриваемых событий?* Если да, то отсюда вытекает следующее:

- 1) даже в области естественной причинности методы эвристического мышления не могут быть абсолютно «слепыми»;
- 2) обнаружение причинных связей должно облегчаться содержанием связанных друг с другом явлений.

В качестве основы нашего дальнейшего обсуждения возьмем пример с палкой, которой нужно что-то достать. Цель состоит в том, чтобы достать палкой банан; решение: достать банан, двигая палкой в определенном направлении. Очевидно, что если нужно достать банан, то в любом случае необходимо делать что-то с самим бананом; следует, например, не бить по камню, находящемуся на некотором расстоянии от цели, а пытаться достать саму цель. Отсюда в то же время вытекает, что основное значение имеет длина, а не цвет палки. Это и означает, как и в других случаях «ближнего действия», частичную познаваемость; с помощью пространственного положения следствия выделяется соответствующее положение причины. Местоположения причины и следствия не являются случайными относительно друг друга.

Ввиду своей особой простоты принцип «ближнего действия» является наиболее известным и усваивается не с таким трудом, как полностью очевидная связь. Иногда здесь даже вовсе не требуется научения, что подтверждается первичными реакциями всех живых существ, их «инстинктивной» целенаправленностью.

Совпадение причины и следствия в пространстве является только одной стороной «ближнего действия». Другой стороной является совпадение во времени.

Предположим, что кто-то возвращается вечером домой. Резкий порыв ветра захлопывает за ним дверь. В то же время на другом конце коридора через приоткрытую дверь комнаты видно, как включается свет. Хотя пришедшему известно, что между захлопыванием двери и включением света нет причинной связи и что свет в комнате был кем-то включен случайно в тот же самый момент, он не может избавиться от навязчивого впечатления о причинной связи. Настолько единственным оказалось совпадение во времени. Обычно мы считаем «причиной» данного события то событие, которое предшествовало первому во времени и совпадает с ним в пространстве. Здесь происходит как бы «пересечение» двух своеобразных отдельных процессов. Так, включение или выключение света совпадает с движением руки. Это не что иное, как «гештальтный фактор феноменологической причинности».

Итак, феноменологическая причинность в окружающем нас мире обусловлена законом «ближнего действия»,

которое во временном и пространственном отношении характеризуется простотой. По крайней мере в отношении временного и пространственного аспектов причина и следствие связаны между собой не случайно, а закономерно. Время и место причины феноменологически совпадают со временем и местом действия.

§ 5. О феноменологической причинности. Б. Соответствие формы и содержания. Наряду с пространственным и временным соответствием между причиной и следствием важное значение имеет их соответствие по форме. Оно необходимо обуславливается константностью временных и пространственных связей между причиной и следствием. Примером совпадения форм по времени может служить соответствие ритма звуков и ритма движения ударного инструмента. Пример пространственного соответствия по форме: след отражает конфигурацию предмета, который его оставил. Причина и следствие могут соответствовать также по форме своего изменения. Так (см. задачу с лучами), увеличение разрушающего эффекта соответствует увеличению интенсивности облучения.

Специальным случаем такого соответствия является соответствие по «содержанию». Устойчивость окружающего нас мира, проявляющаяся в относительной неизменности предметов, обнаруживает себя также и в том, что многие свойства переходят из причины в следствие, не претерпевая при этом изменений. Так, сырость дождя переходит в сырость улиц; цвет источника освещения дает цвет окружающему. Движение палки передается банану, который поэтому тоже движется. Шапп [33] указывает на «воспринимаемую причинность»: тяжелые вещи при падении вызывают сильный шум, мягкие предметы перемещаются легко и т.д.

Дальше мы увидим, что причина и следствие связаны между собой не только по «положению», но также и по «содержанию»: часто на наших глазах свойства формы, характер направленности и материал причины переходят в следствие.

Во всех приведенных примерах познаваемости причина и следствие связаны между собой по сходству. Очевидно, что природа частичной познаваемости причинных связей отличается от аналитической и синтетической познаваемости, от которой зависит так называема¹⁸⁰

мая «полная очевидность» (см. гл. IV). Частичная познаваемость является не столько существенной, сколько простой.

Что касается второго вопроса, поставленного в начале этой главы (см. § 1), то на него уже есть готовый ответ. Имеются случаи, в которых отсутствует полная познаваемость, нет никакого обнаружения чего-то нового и тем не менее «феноменологические характеристики факта *b* выделяются, в отличие от остальных его возможных характеристик, благодаря феноменологическому содержанию факта *a*». Значит, познаваемость не всегда основана на возможности прямого обнаружения. По крайней мере некоторые свойства следствия могут «相伴ствоваться» причине. А это имеет важное значение для отыскания и познания причинных связей.

§ 6. Частичная обнаруживаемость причинных связей в природе. Понятно, почему мы используем здесь термин «частичная обнаруживаемость». Все свойства следствия не могут содержаться в свойствах причины. Из аспектов, входящих в ту или иную причинную связь, существующую в природе, обнаруживаются только некоторые. Так, при использовании палки в качестве инструмента основные свойства объектов — их возможность к перемещению и непроницаемость одного для другого — должны приниматься как факт, как нечто данное. Если выдвинуть возражение, что непроницаемость объектов уже предполагается по их особенностям во время прикосновения или манипулирования с ними, то ответить на это можно так: конечно, но само по себе это поведение является лишь другой формой опыта о непроницаемости. Такой опыт несводим к дальнейшему рациональному обоснованию.

Зависимость следствия от свойств реагента более очевидна, чем его зависимость от свойств других, безразличных объектов. Другими словами, здесь обнаруживается лишь факт совпадения. Если бы следствие, как правило, зависело только от определенного агента, то оно было бы полностью очевидно.

Понимание того, что «следствие зависит от изменчивости реагента», основано, конечно, на чисто аналитическом выводе. Ведь изменчивость определяется относительно того реагента, который детерминирует следствие. На аналитических выводах основаны многочис-

ленные так называемые парадоксы, например что смерть принадлежит к сущности жизни. Если считать, что живое в конце концов умирает, то это суждение будет аналитическим. Если же охарактеризовать жизнь просто через определенные внешние свойства, то смерть кажется «неумолимым фактом».

Все обнаруживаемые свойства причинных зависимостей выявлены только в процессе познания с помощью абстрагирующей индукции. Однако это выявление неизмеримо облегчается теми общими факторами, которые везде сопровождают причину. Если бы следствие не соответствовало причине, а зависело от нее по какому-либо другому — постоянному или переменному — закону пространственно-временных связей, то познание было бы крайне затруднительным и едва ли приносило пользу.

§ 7. Эксперименты с детьми. Тесное переплетение очевидных и недостаточно очевидных факторов в процессе решения задачи с использованием палки заставляет обратиться к экспериментальному исследованию. У нас есть психологические данные по этому вопросу, которые получены в экспериментах с животными и детьми. Однако нам недостает генетических данных. Летом 1931 г. я провел детальное исследование условий использования палки маленькими детьми. Испытуемыми были восемь детей в возрасте от 8,5 до 13,5 мес. Ни один из них еще не пользовался ложкой при еде. Проблемная ситуация всегда была одной и той же: ребенок сидел за столом, на котором за пределами досягаемости находился привлекательный предмет (красный шар, пластмассовая лягушка и т.п.); в пределах досягаемости на столе находилась палка. Если во время эксперимента доставаемый предмет (цель) утрачивал свою привлекательность, он заменялся или дополнялся другими или давался на некоторое время в руки испытуемому.

Результаты. 1. Только двое из восьми детей (в возрасте 10 и 13 мес.) применили палку как инструмент или сразу, или после того как они убеждались в результате бесплодных попыток, что предмет нельзя достать рукой.

2. Для остальных шести детей палка вначале служила игрушкой, которой они били по столу, по стене

или бросали несколько раз на пол. В перерывах игры с палкой они пытались достать предмет, но эти два действия были вначале совершенно независимыми друг от друга.

3. Для четверых из этих шести детей игра с палкой постепенно связывалась с предметом на столе. Ярко окрашенный предмет, находившийся на однородном фоне стола, снова и снова привлекал их внимание. Не удивительно, что в этих условиях игровые движения палки были направлены не просто в пустое пространство, а в сторону предмета.

4. В процессе игры случайно оказалось, что предмет был очень близко от ребенка, так что его легко можно было достать рукой. Двое из четырех детей вдруг стали использовать палку в качестве орудия для доставания предмета. Раньше игра с палкой и доставание объекта были двумя разными занятиями; теперь же игра с палкой на расстоянии была оттеснена желанием достать предмет. Владение палкой стало дополнительной частью доставания предмета. Однако с двумя детьми этого не произошло.

5. Остальные двое ребят играли с палкой, не обращаясь к предмету. Один из них случайно заметил контакт палки с предметом, когда взмахивал ею; однако в этом случае «инструментализация» палки произошла не зависимо от игры с нею на расстоянии от предмета. Другой ребенок (8,5 мес), несмотря на имевший место случайный контакт (и даже один случайный успех), продолжал сосредоточенно играть с палкой, так и не доставив ни разу предмета.

6. Спустя 4 недели, когда я хотел повторить и за снять на пленку эксперимент с этим ребенком, я узнал, к своему чрезвычайному удивлению, что теперь он может использовать палку в качестве инструмента, хотя в предыдущем эксперименте никаких признаков этого не было. Я не хотел бы объяснить это только тем, что за истекшее время ребенок «вырос». Очевидно, какие-то следы от проведенного эксперимента у него остались.

В этих результатах для меня важно следующее: как правило, использование палки в качестве инструмента формируется в игре с палкой и предметом. Доставание до предмета, которое в этой ситуации происходит слу-

чайно, приводит к обнаружению того, что палка-игрушка может использоваться как орудие¹.

§ 8. Решения, требующие обоснования и опыта. В первых трех параграфах этой главы было показано, что общие знания о связях всегда включают также и общие принципы решения. Теперь мы хотим показать, что даже выявление достаточно очевидных причинно-следственных связей не полностью определяется опытом человека. Возьмем в качестве примера общий способ решения: «Если не подходит один путь решения, попробуй другой». Без сомнения, везде и постоянно мы встречаемся с тем обстоятельством, что разные пути приводят к одной и той же цели. Мне представляется невероятным, чтобы при отсутствии таких обстоятельств в окружающей нас действительности кому-либо пришел бы в голову вопрос о том, нельзя ли достичь данной цели другим путем. Подобно этому, если бы в мире не было никаких изменений, то никто не мог бы и подумать о том, чтобы изменить данные условия, если нужно получить нечто отличное от данного.

Каждому хорошо известно, какую помощь в решении математических задач оказывают имеющиеся знания или опыт. Так, в приведенной выше задаче с простыми числами (гл. I, § 8) применение нужного доказательства обычно является результатом имеющегося опыта. Такие, например, процедуры, как косвенное доказательство, математическая индукция и т.д., легко используются независимо от степени понимания их субъектом. То же самое справедливо для более специальных способов доказательства, а также для наиболее общих эвристических методов продуктивного мышления. Специфика такого рода познания связана с тем, что, как правило, цель может достигаться на основе найденного метода решения, но, с другой стороны, искомый метод решения не может быть выведен на основе достижения данной цели. Однако выявление связи, которая сама по себе является полностью очевидной, существенно отличается

¹ Мы выпускаем следующий параграф, в котором описываются известные опыты Кёлера с животными. Основной вывод из этих данных автор формулирует следующим образом: «...для того чтобы решение было найдено, нужно, чтобы оно было связано с инстинктивным поведением животного». — Прим. ред.

от выявления относительно неочевидной причинной связи, так как в первом случае принцип решения во всей своей полноте может схватываться на основе единичного знания и абстрагирующая индукция становится не нужной. В арифметике прошлое знание приводит к значительному сокращению производимых операций. Каждое вычисление можно свести к ряду очевидных шагов, однако потребовалось бы много времени, если бы решающий не знал таблицы умножения.

§ 9. По поводу понятия «опыт». Выражение, что решение задачи вырастает из опыта, настолько неопределенно, что понятие «опыт» поэтому нуждается в уточнении.

1. Познаются и откладываются в опыте не различные движения или ряды движений, а объективные структурные связи между основанием и следствием. Их проявление в движении тел не представляет собой проблемы. Понятие о том, что всегда и везде познается движущий импульс, возникло из рефлекторной теории; оно должно полностью капитулировать перед тем фактом, что вновь познаваемое в дальнейшей жизни будет встречаться в тысячах вариаций составляющих движений [6; 20; 29].

2. «Знания» кристаллизуются не в суждениях, а в свойствах объектов. Аналогично тому, как потребности становятся «валентностью» вещей (Левин), знания о причинно-следственных связях или о средствах и цели воплощаются в «функциональных особенностях» самих объектов. Молоток служит для забивания гвоздей, ска мейка — для того, чтобы сидеть [41, 42]. Более общими функциональными характеристиками предметов являются, например, «тяжесть», «непроницаемость», «подвижность», «чувствительность» и т. д.

3. Уже говорилось о том, что знание о «следовании» не возникает из собственных реакций субъекта и тем более из слепых проб. Бихевиористская теория проб и ошибок чрезвычайно сужает поле зрения психологов.

4. Уже отмечалось, что в прошлом опыте усваиваются не те же самые действия, которые требуются в данный момент. На основании возможности усвоения общих знаний используются сходные или подобные действия. Сходство часто обнаруживается между элементами нового поведения и предшествующими действиями.

Во многих случаях новое поведение возникает через комбинацию различных действий, усвоенных в прошлом. После уяснения того, что нечто, находящееся в определенном положении или в определенных условиях, приводит к успеху, рано или поздно это нечто при данных условиях будет воспроизводиться. Это особенно хорошо видно на опытах с животными, которые в сходных ситуациях воспроизводят ранее заученные действия. Таким образом, текущее поведение в целом является комбинацией двух совершенно различных типов действий. Поведение субъекта может состоять также из нескольких последовательных воспроизведений одного и того же решения. Приведем простой пример: шимпанзе должна достать длинную палку с помощью короткой, чтобы затем достать банан; это решение состоит из двух этапов. Первый заключается в том, чтобы иметь достаточно длинную палку для доставания банана, второй, «вспомогательный» этап — иметь палку, чтобы достать ею другую, более длинную. Эти два этапа представляют собой последовательное воспроизведение одного и того же решения.

5. Для использования знания вовсе не необходимо, чтобы желаемый эффект или что-то подобное ему раньше уже полностью были налицо. Часто оказывается вполне достаточным, если воспроизводится только *подход* к решению. Даже простое перемещение целевого объекта может привлечь внимание к возможному решению [1].

Г л а в а VI РЕШЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ РЕЗОНАНСА

§ 1. Постановка проблемы и примеры. В гл. II, § 2 упоминалось о том, что решение может находиться или, лучше сказать, усматриваться благодаря соответствию между требуемым (антиципируемым) свойством и тем свойством, которое присуще некоторому найденному предмету. Процесс, заключающийся в том, что в поле восприятия или памяти предмет или ситуация отыскиваются в соответствии с антиципируемым свойством, мы называли тогда *резонансом*. Он представляет собой наи-

более известную и наименее рационалистическую форму отыскания решений и применяется к тем явлениям, которые характеризуются подобием и повторяемостью. Хотя формы доказательства, рассмотренные в гл. IV и V, дают нам более рациональные способы отыскания решений, нельзя сказать, что этот простой способ является излишним. Там, где в процессе решения воспринимаемой проблемной ситуации находятся соответствующие средства, где в процессе решения включаются прошлые знания или познанные структуры, влияние резонанса может оказаться весьма значительным. Таким образом, отыскание решения посредством резонанса заслуживает более детального рассмотрения.

Прежде всего приведем несколько примеров в дополнение к тем, которые даны в гл. II, § 2. Я ищу на столе карандаш. Мой взгляд обыскивает все кругом, пока наконец не останавливается на карандаше. Следует различать, таким образом, сигнал или «искомую модель» (например, приблизительное представление о карандаше) и «район поиска» (например, стол). Разумеется, район поиска не обязательно должен находиться в поле нашего восприятия. Он может быть предметом памяти (т.е. предстать перед «внутренним взором»). Может также случиться, что четко определенный район поиска отсутствует. Тогда то, что отыскивается, берется непосредственно «из памяти». Причем найденное может быть не только определенным предметом, а и чем-то похожим на него по какому-либо признаку.

Антицируемым свойством, которое соответствует найденному, не обязательно должно быть то, что зрительно воспринимается. Так, если мне необходимо что-то такое, чем можно забить гвоздь, я могу увидеть молоток. Здесь найденный предмет характеризуется своей типичной функцией, а не своими воспринимаемыми внешними свойствами. Если же среди окружающих предметов я ищу именно молоток, то для меня приобретают значение зрительные сигналы.

Найденное не обязательно должно быть предметом. Оно может быть также и способом, подходом к чему-либо. Антицируемым свойством в этом случае будет «то, что приводит к такому-то эффекту».

При отыскании предметов и операций, конечно, необходимо, чтобы требуемое, или антицируемое, свой-

ство уже было абстрагировано от предмета. Оно должно быть присуще объекту только как возможность или тенденция. В других случаях я могу встретиться с данным предметом впервые. Часто случается так, что знакомый предмет однажды (под влиянием определенного поиска) приобретает «новое» свойство, т.е. такое, которое я раньше не замечал. Так, мне нужно прижать бумагу, и я беру для этого толстую книгу. Зонт иногда используется как трость. Аналогично этому, события и образы, запечатленные в моей памяти, впервые могут выступить как средства к решению задачи. Ясно, что в результате определенного поиска может происходить радикальная *переоценка предмета* (см. [45]).

§ 2. Дополнительные замечания по поводу понятия резонанса. Чтобы понять, в каком смысле мы употребляем здесь понятие резонанса, необходимо иметь в виду, что опознание — как частное, так и обобщенное, — несомненно, осуществляется посредством резонанса. Как же иначе воспринимаемый предмет может казаться нам знакомым, кроме как благодаря некоторому квазирезонансу определенных следов памяти? Криз и Бехер убедительно показали, что факт узнавания совершенно несовместим с «гипотезой проведения», согласно которой комплексы ощущений и их следы должны координироваться определенными проводящими путями нервной системы. Если мы узнаем объект независимо от того, на каком месте сетчатки будет находиться его изображение, то это значит, что специфический проводящий путь, идущий от данного места сетчатки к участку, в котором пребывает след, не может быть ответственным за возбуждение соответствующего следа. Для того чтобы каждый след мог возбуждаться от разных участков сетчатки, нужно, чтобы существовали соответствующие нервные связи. Таким образом, избирательность не может быть обусловлена специфической нервной связью. Она определяется связью между свойствами структуры возбуждения, обусловленного внешними факторами, и следом. Именно это и означает понятие «резонанс».

Процесс опознания грубо можно представить следующим образом: в результате периферической стимуляции в нервную систему поступает определенная волна возбуждения, на которую как бы в резонанс реагируют родственные нервные следы. В этих условиях нервные

проводящие пути практически играют роль индифферентной промежуточной среды. Согласно Кёлеру [23, гл. III, стр. 125], воспроизведение сходства следует понимать как формирование пары на фоне гештальтных факторов подобия, рассматриваемого с точки зрения времени. Эксперименты, проведенные Ресторффом, дают нам интересный материал по вопросу о зависимости воспроизведения от временных промежутков. Воспроизведение или узнавание через какой-то промежуток времени осуществляется легче, если он заполнен другим по своей природе материалом, чем в том случае, когда он заполнен сходным материалом. Таким образом, при дальнейшем упоминании о воспроизведении по сходству следует иметь в виду, что оно имеет место при определенных условиях, связанных с промежуточным интервалом между восприятием и воспроизведением.

§ 3. Обсуждение некоторых экспериментов. Испытуемому предлагалось назвать предмет, обладающий рядом свойств, например «красный, круглый, красивый, мягкий». После называния «красного» и «круглого» один испытуемый сказал: «резиновый шар»; после называния «красивый» — «яблоко»; после слова «мягкий» — вначале «слива», а затем «томат».

В другом эксперименте задавались слова: «длинная, заостренная, холодная» (имелась в виду сосулька). Вначале испытуемые говорили, что это «вязальная спина», «сабля». После этого экспериментатор добавил еще одно свойство: «хрупкая». Теперь ответ «сосулька» встречался чаще. Если же добавлялось еще одно свойство: «висящая», то редко случалось так, что не назывался правильный ответ. О чём это говорит?

1. Отдельные свойства, называемые экспериментатором, воспринимаются не изолированно, не «по кусочкам»; каждое свойство вызывает не только свой след; то или иное свойство выбирается не только потому, что оно чаще встречается. Скорее, здесь ясно видно, что отдельные свойства соединяются в некоторую «модель предмета», причем каждое из них занимает в этой модели свое место. Другими словами, из данных свойств возникает модель того, что должно быть найдено. Этот процесс напоминает узнавание воспринимаемых предметов, в которых опять-таки отдельные качества не вызы-

вают своих специфических следов, а организуются в структуры с адекватным целостным следом.

2. Модель искомого не является полностью и строго определенным предметом. Она представляет собой частично неопределенную, изменчивую схему предмета, имеющую пропуски, которые затем заполняются.

3. Модель поиска предполагает понимание инструкции, которое включает в себя две стадии: 1) каждое отдельное свойство, задаваемое в речевой форме, должно быть осмыслено вначале само по себе. Такое понимание происходит благодаря возбуждению следов, соответствующих этим свойствам; 2) из вызванных единичных следов в процессе «структурной комбинации» создается целостная модель.

§ 4. Структурная комбинация. Только что упомянутый принцип структурной комбинации имеет фундаментальное значение для психологии понимания речи [36, стр. 162]. Если, например, сказать: «Представьте себе желтую ворону на столе, держащую в своем клюве папирису», — то сразу же или после небольшого усилия перед нами возникает целостный образ. Элементы и связи известны. Но их сочетание является *новым*. Ворона и стол связываются посредством предлога «на»; папириса и клюв вороны связываются предлогом «в». Новые комбинации являются не простыми суммами, а скорее структурными образованиями. Между элементами устанавливаются связи. Каждое «применение» общих суждений, общих знаний к новому материалу происходит через структурную комбинацию. Конечно, она осуществляется не с помощью одних только следов, а благодаря тем процессам, которые являются от них «производными».

Общий закон структурных комбинаций формулируется следующим образом: два вызванных следа, две идеи или два образа могут связываться, становясь взаимосвязанными элементами. Комбинации могут быть обусловлены как внутренними факторами (например, свободная игра воображения), так и внешними (речевой инструкцией). Тот, кто читает роман, с первой до последней страницы производит комбинации, определяемые написанными словами. Иногда комбинация является не чем иным, как специальным случаем «перестройки материала».

§ 5. Переход к конкретным моделям поиска. Понимание инструкций часто еще не обеспечивает формирования соответствующих моделей поиска. Первоначальная характеристика того, что будет найдено, т.е. антицинируемое свойство, должно быть прежде всего преобразовано. Такое преобразование можно наблюдать на задачах следующего типа: «Назовите город, в котором четвертая буква от конца — t». Здесь антицинируемое свойство обнаруживается в конкретном названии города только путем специального наблюдения и поэтому не дает никакого прямого «намека», оно должно быть преобразовано в конкретно воспринимаемую модель поиска. Этот факт характерен для резонанса.

Некоторые испытуемые, которым была предъявлена такая задача, нашли следующую модель поиска:

«T — / — »¹; часто в этом случае вначале называлась

гласная буква. Один испытуемый пришел к следующим (не всегда правильным) решениям: «TegeL, Togo»; после того как двухсложная схема оказалась «слишком длинной», он назвал город «Thorn». Иногда антицинировались названия типа «—/stein, —/tern», что соответствовало городам «Gastein, Kaiserslautern».

Из этих примеров видно, как возникают квазиперцептивные модели, которые организованы определенным образом вокруг некоторых постоянных элементов. Такая модель характеризуется неполнотой в том смысле, что в ней есть «пропуски».

§ 6. Характеристики сигнала². Мы видели, что не всегда «соответствие» сигнала объекту может вызвать резонанс. Сигнал должен быть «хорошо подогнан» к объекту, т.е. подходить к нему. Это требование удовлетворяется следующими условиями:

1. Полнота, разнообразие содержания сигнала. Простым примером является тот факт, что след, соответствующий слову «сосулька», возбуждается легче, если субъекту дается большее количество антицинируемых свойств (длинная, заостренная, холодная, хрупкая, висящая и т.д.).

¹ Здесь горизонтальные черточки означают буквы, а наклонная линия — слог.

² Понятие «сигнал» означает известный признак того, что должно быть найдено — *Прим. перев.*

2. Краткость, четкость сигнала. В лучшем случае в сигнале не должны упоминаться те свойства, которые могут быть присущи объекту, но не необходимы для него. Например, я ищу что-то такое, чем можно забить этот медный гвоздь в стену, чтобы повесить на него портрет Вана Гога. Такого рода сигнал, конечно, соответствует «молотку», но ведь для него совершенно безразлично, какой гвоздь я вбиваю в стену и для какой цели. Таким образом, здесь решение должно находиться при отвлечении, от некоторых излишних сведений. Без такого отвлечения никогда нельзя было бы использовать адекватные общие знания.

3. Правильность сигнала. Сигнал не должен быть ложным, т.е. в нем не должно быть не только того, чего нет в объекте, но и того, что в нем может быть при других обстоятельствах. *Пример.* Я ищу вокруг себя любой почтовый ящик и не нахожу его, потому что в этой стране почтовые ящики окрашены в темно-зеленый цвет.

Поиск осуществляется обычно в конфликтной ситуации следующего типа.

Пусть нужно найти предмет, имеющий свойство *b*. Допустим, что существует один класс предметов со свойствами *bc*, другой — со свойствами *ba*, третий — со свойствами *be* и т.д. Если я строю модель поиска на основе одного из дополнительных качеств, например *c*, то конечно, шансы выбора объектов, входящих в класс *bc*, больше. В то же время шансы для выбора предметов из классов *bd* и *be* уменьшаются, так как связанная с ними антиципация является неверной. Какая модель лучше, *bc* или *b*, зависит, помимо прочих факторов, от того, насколько велик класс *bc* по сравнению с остальными классами.

4. «Перцептивная адекватность» сигнала. Сигнал: «назовите город, в котором четвертая буква от конца — *t*», является в этом смысле неадекватным. Он правильный, но он не указывает на какие-либо перцептивные характеристики. Другие примеры можно найти в книге Кёлера [21]. Из «детали», изображенной на рис. 20,*a*, не вырастает тенденции к воспроизведению остальных элементов скрипичного ключа, показанного на рис. 20,*б*, потому что эта деталь не является характерной внутренней частью целого. По тем же основаниям целостный

комплекс на рис. 20,*в* легче воспроизвести по элементу, показанному на рис. 20,*г*, чем по элементу на рис. 20,*д*. Из перечисленных четырех условий в «общий закон антиципации», выдвинутый Ахом и Зельцем, входит только первое, о полноте сигнала.

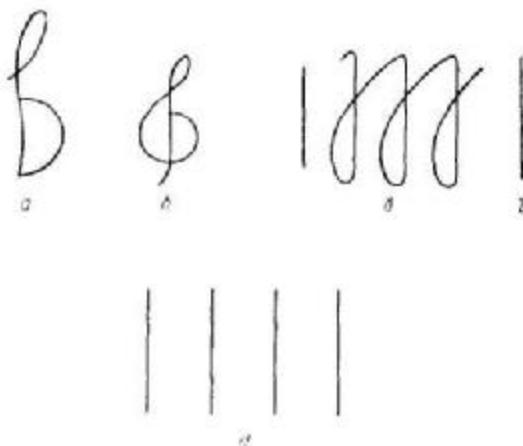


Рис. 20.

§ 7. О районах поиска. Как правило, поиск является направленным. Его объект по своей природе может быть частью или некоторого «поля», или некоторой «конкретной области». Это дает возможность непосредственно применять модель поиска к какому-либо конкретному району, а в некоторых случаях — к какому-либо очень небольшому участку, который попадает в поле зрения при быстром просматривании.

Так, в эксперименте с называнием городов областью поиска была Германия, так как в ней часто просматривались более известные районы. Испытуемый, который руководствовался в поиске схемой «—/stein», явно имел в виду гористый юго-западный район Германии. Он понимал, что именно в этом месте встречаются более часто города, оканчивающиеся на «— — stein». В другой задаче, в которой нужно было дать название города, состоящее из четырех слов, один испытуемый прямо начал искать в Соединенных Штатах, мысленно просматривая несколько раз соответствующий участок карты.

Нечто аналогичное можно наблюдать в известной салонной игре: назвать знаменитого человека, имя которого начинается с буквы «М». Здесь опять-таки происходит не только построение более конкретной модели поиска (например, «Ми...»), но и очерчивание районов, которые подлежат рассмотрению (например, «физики», «французские писатели» и т.п.). Эти районы понимаются как можно более конкретно, т.е. не как абстрактные планы, а, образно говоря, как определенная полка книжного шкафа, определенный том книги и т.д. Эти конкретные районы затем, если необходимо, «просматриваются».

Другими словами, свойства первоначального сигнала, которые имеют отношение к данному содержанию, дополняются «топическими» аспектами.

Район поиска может находиться по-разному. Часто, будучи характерной «сферой» определенного объекта, он может просто возникать вместе с данным объектом и затем подвергаться дальнейшему рассмотрению (например, для ботанического предмета такой сферой является сад). Возникновение его может также опосредствоваться сигналом, который прямо указывает на район поиска (см. ниже, § 9).

Внутри районов поиск ведется путем «просмотра». Так, более или менее бегло просматриваются пространственные участки (пейзаж, книга) или события, протекающие во времени (день или целый период жизни). Такие просмотры возникают особенно часто, когда не имеется подходящей модели поиска, которая могла бы непосредственно «извлечь» соответствующий объект из более широкой области. В ограниченных случаях, когда отсутствует модель поиска, отнесенная к данному содержанию, и имеется только район поиска, а также некоторый сигнал, выраженный в виде функциональной связи, субъекту ничего больше не остается, как осуществлять просмотр района. В этом случае определение пригодности найденного объекта осуществляется впоследствии путем специального рассмотрения. Но это и значит, что поиск проводился чисто «топически».

§ 8. Топическая антиципация. Каким образом возникают ответы на вопросы типа: «Что находится слева от чернильницы?», «Какая страна располагается между

Германией и Испанией?», «Чем забивают гвозди в стену?», «Какой цвет имеет спелый томат?».

В отличие от предыдущих задач, рассмотренных в этой главе, здесь нет антиципации каких-либо свойств (в узком смысле этого слова); антиципируются «связи», «пропуски», точнее, «место в структурной связи» (xRb , т. е. x в его связи с R и b).

Отыскание топически антиципируемого объекта мы будем называть «обнаружением», потому что найденный объект обнаруживается в определенном структурном месте. Весь процесс отыскания осуществляется в два этапа. Во-первых, по данным внешним признакам находятся объекты, с которыми искомый объект связан посредством R_1 , R_2 ... Эти объекты становятся составными частями сигнала, с помощью которого и определяется сам искомый предмет. Этот сигнал имеет решающее значение, поскольку в нем уже содержатся элементы отдельных перцептивных следов или комплексов, к которым принадлежит искомый объект. В этом состоит существенное отличие топической антиципации от той, которая основана на данном содержании.

То, что мы называли инсайтом при обнаружении, относится к типу топического поиска; правда, инсайт имеет дополнительные характеристики, о которых говорилось в гл. IV. Обнаружение, которое соответствует вопросу: «Какая связь существует между a и c , если $a>b$; $b>c$?» — опосредствуется функциональным методом: «между a и c ». Искомая связь обнаруживается в этом участке.

Существуют топические антиципации, в которых связь R указывает направление просмотра, идя по которому (начиная с объекта b) можно найти что-то подходящее. Так происходит, например, в случае вопроса: «Что находится слева от чернильницы?» Здесь взгляд скользит по направлению слева от чернильницы, пока не «натолкнется» на какой-нибудь предмет. Однако это не характерно для задач, в которых нужно, например, найти «наименьшее», потому что здесь одно только направление просмотра не соответствует искомой связи.

Наиболее важным для нас случаем топической антиципации является тот, в котором находится «нечто, приводящее к тому-то», или «нечто для того-то». Мы видели, что конкретный аспект опыта соответствует связи

типа «нечто, приводящее к тому-то» (гл. V, § 2, 4 и 5); из каждого конкретного знания о такой связи искомая связь может «обнаруживаться» с помощью резонанса; здесь возможен также некоторый пересмотр временного течения событий.

Часто структурное место объекта становится его «мнимым свойством». Объект как бы «абсорбирует» свое типичное место, так что последнее становится присущим ему как «свойство», как содержание. Так, например, функциональное назначение молотка в комплексе процесса забивания гвоздя давно стало его «свойством».

§ 9. Воспроизведение и «сопутствование». При обычном воспроизведении по сходству воспроизводится не только то, что «подобно», но и то, что «связано с ним», сопутствует ему. Вообще в сознание входит только то, что *сопутствует*; это и объясняет тот факт, что до сих пор в теории ассоциаций «фактор сходства не виден из-за смежности»¹. Если a' — стимул для воспроизведения (который не обязательно является моделью поиска) и если, далее, a — весь комплекс, который воспроизводится, то всегда имеется «разница» $a — a'$, о которой можно сказать, что она является «сопутствующей». Если $a — a'$ состоит только из зависимых свойств (например, прозрачность сосульки, которая антицирируется как нечто длинное, холодное и заостренное), то можно говорить о сопутствовании только в теоретическом смысле. Потому что обычно в таких случаях говорят просто о «воспроизведении по сходству», игнорируя факт сопутствования. Когда разница $a — a'$ представляет собой относительно независимую и большую часть a (в примере с сосулькой это будет обледенелость крыши, дом, зимний пейзаж), то выражение «сопутствование» приобретает практический смысл. Благодаря ему в воспроизведении часто оказывается, что «пиджак пришит к пуговице». Всю атмосферу, большие районы пространства и отрезки времени можно представить как сопутствующие факторы. В этих

¹ Таким образом, всякое воспроизведение по сходству сводится к воспроизведению по смежности. Геффдинг впервые показал, что здесь существует круг: если p' должно воспроизводить q , оно прежде всего должно воспроизвести то p , с которым в свою очередь ассоциировано q . Следовательно, воспроизведению по смежности $p \rightarrow q$ предшествует воспроизведение по сходству (явление резонанса) $p' \rightarrow p$.

условиях мы часто говорим о «воспроизведении по смежности».

Как же осуществляется сопутствующее воспроизведение? Следует различать две формы сопутствования:

1) Разница $a - a'$ может быть сопутствующей только потому, что она неотделимо принадлежит (в динамическом, а не логическом смысле) к целому a . Другими словами, $a - a'$ сопутствует потому, что a может воспроизводиться только как целое; общий фактор для a и a' динамически зависит от a . Таким образом, будет ли нечто сопутствующим в воспроизведении, зависит от степени его соответствия a . Эта форма сопутствования основывается на гештальтных факторах «близости» или «смыкания». Если на основе гештальтного фактора сходства выбор происходит между «новым» процессом и следом, то выбор в воспроизведении на основе близости и смыкания имеет место не между «новым» процессом и следом, а между вызванным следом и тем, который близок к данному или который дополняет недостающее звено.

Классические законы ассоциации связаны с определенными и специальными условиями, которые, помимо других своих влияний, определяют формирование системы следов, типы соответствия между ними и степень устойчивости.

Эту форму сопутствования мы обозначим как «сопутствование динамически зависимых элементов системы a , которая содержит противовоздействие a' ».

2) То, что сопутствует в воспроизведении, может также топически антиципироваться. Если что-либо воспроизводится в моем представлении на основе сходства, то я могу произвольно «дорисовать» его и применить для определенных целей. Но я могу также перестроить его содержание (ср. понятие «детерминированной абстракции» у Зельца). Простой вопрос: «О чём вы подумали в этой связи?» — уже является топической антиципацией, хотя и очень широкой.

Зельц особо подчеркивал существование «детерминированного» воспроизведения (в отличие от «диффузного»). Он находил его даже в самых бессодержательных образах памяти: «Воспроизводимое содержание в этих случаях... может антиципироваться в абстрактной форме: как первый слог заученного ряда или как слог, следующий

за предыдущим» [36, стр. 289]. Однако мне кажется, что Зельц зашел слишком далеко, рассматривая все непривильные воспроизведения (сопутствования) как детерминированные, т.е. антиципируемые. Говорить об антиципации в тех случаях, которые соответствуют сопутствованию первого типа (см. определение), — это значит выхолащивать понятие.

§ 10. **Частичное воспроизведение.** Было бы ошибочно считать, что определенный след может либо возникать полностью, либо вовсе отсутствовать. Скорее верно то, что след, как правило, содержит много свойств и сторон, из которых некоторые могут воспроизводиться отдельно от остальных и прежде, чем другие. Часто случается, что при поиске чего-то знакомого соответствующий след заранее «проецирует» те свойства, которые прямо не антиципируются: он как бы «отбрасывает свою тень». Эти «проекции» включаются в имеющуюся антиципацию и «преобразуют» ее¹.

Приведем пример. Задача состоит в том, чтобы назвать автора «Героя нашего времени». Я ищу трехсложную фамилию, заканчивающуюся буквами «-ов». Конечное решение: «Лермонтов». Во многих случаях окончательному решению предшествует лишь восклицание: «О, я знаю!» По-видимому, это самая слабая проекция, которую может давать след.

Благодаря предваряющему воспроизведению других частей целостного следа, который находится в поле внимания субъекта, значение того, что отыскивается при решении задачи, может изменяться. Например, мы отыскиваем в памяти дату некоторой годовщины. Вдруг мы припоминаем: «Это было после концерта в зале филармонии, а это было...» Таким образом, забытая дата годовщины вспоминается как день после концерта.

¹ В таких случаях Зельц говорит о «последовательной актуализации знаний» [36. стр. 45 и 62].

Часть III Фиксированность мыслимого содержания

Г л а в а VII

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ФИКСИРОВАННОСТИ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ РОЛЬ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ

§ 1. Постановка проблемы. Понятие гетерогенной функциональной фиксированности. В гл. II, § 6 и 7 мы видели, что разные элементы ситуации, соответствующие изменения которых приводят к решению данной задачи или которые входят в решение как его «материал», характеризуются разной степенью «доступности» (податливости). Для психологии мышления едва ли существуют более важные различия между существенными элементами проблемной ситуации, чем те, которые определяют легкость или трудность их опознания как конфликтных элементов или как материала решения. Эти различия не зависят от имеющихся в распоряжении субъекта «знаний», с помощью которых впоследствии производится оценка соответствующих элементов с точки зрения их отношения к конфликту или пригодности для решения.

О некоторых факторах, определяющих доступность, в частности о тех, которые относятся к конфликтным элементам, мы уже говорили в гл. II. Теперь мы более подробно остановимся на доступности материала решения и особенно на реальных объектах, выполняющих роль искомого решения.

Легко или трудно находится искомый «объект», зависит, помимо прочих факторов, от степени *фиксированности* объекта. Шимпанзе, которому нужна палка (что-то длинное, жесткое), часто испытывает затруднение из-за того, что не может воспринять ветку дерева как палку [20, стр. 106]. На дереве она просто «ветка», часть зри-

тельно воспринимаемого дерева; именно то, что ветка является частью целого, т. е. выступает, вообще говоря, как фиксированный элемент, определяет тот факт, что при отыскании чего-то похожего на палку ветка на дереве оказывается менее «доступной», чем ветка, лежащая на земле.

Фиксированность может быть обусловлена не только зрительно воспринимаемыми, но и функциональными факторами. Например, палка, которая только что использовалась как рычаг, едва ли будет использоваться как инструмент для других целей, хотя в обычной ситуации это весьма возможно. Ниже мы кратко остановимся на функциональной фиксированности («установке»), в частности на гетерогенной ее форме. Гетерогенная функциональная фиксированность является результатом различия между некоторой функцией и той, которая требуется для решения. Вопрос заключается в следующем: *что определяет трудность отыскания данного объекта, обусловленную его гетерогенной функциональной фиксированностью?*

В связи с этим вопросом я провел ряд экспериментов. Принцип их состоял в том, что для определенной цели, определенной функции нужно было найти подходящий объект. Этот объект всегда использовался в той же проблемной ситуации, но другим способом, в другой функции. В чем же выражается влияние предварительного использования объекта? Когда оно затрудняет его выбор для использования в другой функции, его переоценку?

Следует особо подчеркнуть, что основные положения данной главы, в которой рассматриваются предметы, использующиеся для решения (в частности, инструменты), справедливы также и для мыслимого содержания (см., например, гл. VIII).

§ 2. Организация эксперимента, метод оценки решений и задачи. В экспериментах использовались различные предметы, с которыми мы сталкиваемся в нашей повседневной жизни (ящики, плоскогубцы и т.д.); вначале они использовались в их обычной функции (F_1), а затем в той же проблемной ситуации, но в другой, необычной функции (F_2). Выбор основного предмета, подходящего для данной цели, осуществлялся каждый раз из множества вещей, которые лежали на столе.

При выборе задач мы старались, чтобы предварительное использование основного предмета не давало намека на разгадку проблемной ситуации. Другими словами, в случае F_1 никакой переоценки не происходило; просто в памяти субъекта освежалось, «актуализировалось» обычное назначение предмета.

Чтобы пронаблюдать влияние фиксированности на переоценку предмета, каждая задача давалась в двух вариантах: вначале без, а затем с предварительным использованием основного предмета.

Первый вариант мы условно будем обозначать буквами *б.п.*, второй — *п.п.* Наиболее важные эксперименты проводились с пятью различными задачами. Половина испытуемых получала задачи в следующем порядке: 1) *б.п.*, 2) *п.п.*, 3) *б.п.*, 4) *п.п.*, 5) *б.п.* Для второй половины порядок предъявления был обратным. В этих условиях обеспечивалась независимость экспериментальных данных от индивидуальных различий между испытуемыми и различий между задачами.

Ниже приводится краткое описание пяти задач и методики эксперимента.

Задача с буравчиком. К деревянной планке нужно было подвесить рядом три шнуря («для экспериментов на восприятие пространства»). На столе, кроме прочих вещей, были два крючка с винтовой нарезкой и основной предмет: буравчик. Решение: для подвешивания третьего шнуря использовался буравчик. В варианте *п.п.* нужно было просверлить отверстие для крючков, а в варианте *б.п.* отверстия уже были сделаны. Таким образом, F_1 означает использование буравчика, F_2 — вещь, к которой можно подвесить шнур.

Задача с коробочкой. На двери нужно было закрепить друг около друга три свечи, чтобы они находились на уровне глаз («для экспериментов по зрительному восприятию»). На столе, кроме множества других предметов, находилось несколько гвоздей и основные предметы: три маленькие картонные коробочки (по величине они были такими же, как обычная спичечная коробка, но различались цветом и находились в разных местах). Решение: с помощью одного гвоздя коробочка прикреплялась к двери; каждая коробочка служила в качестве подставки для свечи. В варианте *п.п.* коробочки наполнялись экспериментальным материалом: в одной наход-

дилось несколько маленьких свечей; в другой — гвозди; в третьей — спички. В варианте *б.п.* три коробочки были пустыми. Таким образом, F_1 означает, что коробочка используется для того, чтобы в нее класть что-либо, а F_2 — что она используется как подставка для чего-либо.

Задача с плоскогубцами. Доску (ширина около 20 см) нужно было закрепить на двух опорах («подставка для цветов» и т.п.). На столе, кроме других вещей, лежали два железных зажима (для соединения опоры с подставкой), деревянный брускок длиной 20 см (служивший одной из опор) и основной предмет — плоскогубцы. Решение: плоскогубцы использовались в качестве второй опоры для доски. В варианте *п.п.* брус был прибит гвоздем к доске и отрывался от нее с помощью плоскогубцев; в варианте *б.п.* он был только привязан к доске. Таким образом, F_1 означает использование плоскогубцев для вынимания гвоздя, F_2 — использование плоскогубцев для опоры.

Задача с грузом. Маятник, состоящий из шнура и груза, нужно было подвесить к гвоздю («для экспериментов на движение»). Для этой цели гвоздь забивался в стену. На столе, кроме прочих вещей, лежал основной предмет: груз. Решение: с помощью груза (выполнявшего роль молотка) гвоздь забивался в стену. В варианте *п.п.* груз давался вместе с привязанной к нему веревкой; в варианте *б.п.* роль груза выполнял зажим. Здесь F_1 означает «груз для маятника», F_2 — использование груза в качестве молотка.

Задача, с бумажной скрепкой. На кусок белого картона наклеивались четыре черных квадрата; картон нужно было подвесить к петле, которая ввинчивалась в низкий потолок («для экспериментов на зрительное восприятие»). На столе, кроме остальных предметов, лежали бумажные скрепки. Решение: бумажная скрепка разгибалась, один ее конец прикреплялся к петле, а другой пропускался через картон. В варианте *п.п.* четыре черных квадрата вначале нужно было прикрепить к картону с помощью скрепок; в варианте *б.п.* эти квадраты нужно было приклеить. Здесь F_1 означает «нечто для того, чтобы прикрепить», F_2 — разогнутая скрепка служит в качестве крючка.

Различия между пятью задачами будут рассматриваться ниже, в § 6.

Для всех задач общая инструкция была следующего содержания: «Вам будет (предъявлено несколько небольших технических задач. Для их решения нужны предметы, которые можно найти среди вещей, лежащих на столе. Все, что находится на столе, в вашем распоряжении. Можете использовать любую вещь, как вам захочется. Страйтесь во время эксперимента думать вслух, чтобы я слышал о всех ваших идеях как можно больше».

На столе, помимо упомянутых выше предметов, находились различные материалы, менее пригодные или вообще неподходящие для решения. Предметы на столе лежали в беспорядке.

Оценка результатов производилась по двум направлениям: 1) подсчитывалось количество решенных и нерешенных задач. Считалось, что задача решена правильно, если для решения использовался только основной предмет, который был наиболее прост и пригоден. Задача считалась нерешенной, если в течение 2—3 мин. испытуемый не выдвигал каких-либо предложений и его внимание уже не было сосредоточено на задаче; 2) подсчитывалось число предложений, предшествующих решению и отличающихся от него. Эти подсчеты, однако, проводились только в тех случаях, когда находилось окончательное решение, иначе проведенные замеры не были бы независимыми друг от друга. В качестве предложений, предшествующих решению («предрешений»), считались не только те, которые выполнялись практически, но и те, которые только формулировались, а также те, которые отвергались испытуемыми как непригодные. Если же испытуемый только дотрагивался до нужного предмета, брал его на короткое время, а затем ставил на место, это не считалось предрешением.

Из двух способов оценки первый является более адекватным, в то время как второй более искусственный и зависит от случайных влияний. Однако оказалось, что оба способа дали соответствующие друг другу результаты.

§ 3. Основные эксперименты и результаты. Основные результаты экспериментов представлены в табл. 3.

Мы видим, что данные для варианта *п.п.* существенно отличаются от данных для варианта *б.п.*, как и ожи-

далось. Это справедливо для обоих способов оценки результатов, которые являются независимыми, и для каждой задачи, а не только для всех задач в среднем.

Таблица 3

Задача		Число испытуемых	Число решенных задач	Число решенных задач, %	Среднее число «предрещений» на каждую задачу
<i>б.п.</i>	Буравчик	10	10	100	0,3
	Коробка	7	7	100	1,3
	Плоскогубцы	15	15	100	1,9
	Груз	12	12	100	0,8
	Скрепка	7	6	85,7	0,8
Среднее арифм.		—	—	97,1	1,0
<i>n.n.</i>	Буравчик	14*	10	71,4	1,6
	Коробка	7	3	42,9	2,3
	Плоскогубцы	9*	4	44,4	2,3
	Груз	12	9	75,0	0,8
	Скрепка	7	4	57,1	1,5
Среднее арифм.		—	—	58,2	1,7
и					

* Разница между числом испытуемых в вариантах *б.п.* и *н.н.* обусловлена тем, что некоторые испытуемые сами переделывали для себя варианты: они использовали предмет не в той роли, какая предусматривалась для данного варианта, а в той, которая предусматривалась для другого варианта.

Отсюда можно сделать вывод: *в наших условиях эксперимента объект, который не является фиксированным, находится почти в 2 раза легче, чем фиксированный объект.*

Количественные данные согласуются с качественными наблюдениями. Когда в конце эксперимента (вариант *н.н.*) испытуемого спросили: «Почему вы не использовали этот предмет (основной?)» или «Почему вы использовали его так поздно?» — ответ часто был таким: «Но это же инструмент», или «Такое использование не подходит к данному материалу», или «Я думал, что это просто для ... (F_1)».

§ 4. **Фиксированность функции, существенной для данной ситуации, и понятие «контакта».** Используя задачу с коробками и неупоминавшуюся выше задачу с

пробкой, мы провели более детальный эксперимент по выяснению возможного влияния различия в способах предварительного использования основного предмета.

Задача с пробкой состоит в следующем: на куске картона нужно нарисовать треугольник и прикрепить картон к деревянной планке. Последнюю нужно было в свою очередь прикрепить к дверной раме без помощи гвоздей. Деревянная планка была приблизительно на 2 см короче расстояния между сторонами дверной рамы. На столе, помимо прочих вещей, лежала пробка. Решение: с помощью пробки планка заклинивается в дверном проеме. В варианте *п.п.* пробку нужно было вынуть из чернильницы, чтобы нарисовать чернилами треугольник. В варианте *б.п.* пробка лежала на столе на некотором расстоянии от чернильницы.

Задача с пробкой даже внешне очень похожа на задачу с коробкой. В обоих случаях F_1 задается не в виде действия, а «статически». Основной объект фиксируется с помощью F_1 не только функционально, но и зрительно. Оказалось, однако, что задача с пробкой была самой трудной среди остальных.

Эти же две задачи давались в видоизмененной форме (*п.п'.*): основной объект наделялся функцией F_1 , которая была несущественной для данной ситуации. Так, в задаче с коробкой три коробки наполнялись не тем материалом, который имел отношение к задаче (свечи, спички, гвозди), а нейтральным (кнопки и т.п.). Подобно этому, в задаче с пробкой последняя была воткнута не в бутылку с чернилами, которые нужны были для черчения треугольника, а в другую, пустую бутылку (здесь треугольник нужно было нарисовать карандашом). Таким образом, основные объекты имели функцию F_1 (отсюда и обозначение *п.п'.*), но она была отдаленной, несущественной для задачи. Мы ожидали, что в этих условиях переоценка будет производиться легче, так как несущественная функция почти тождественна отсутствию существенной. Однако результаты экспериментов (см. табл. 4) и некоторые качественные наблюдения за испытуемыми показали, что мы не учли одного важного обстоятельства.

11 из 13 испытуемых, которые не решили задачу с пробкой в обоих вариантах (*п.п.* и *п.п'.*), спустя некоторое время решали эту же задачу в варианте *б.п.*.

Теперь 8 из 11 испытуемых, т.е. 72,7%, решили задачу. Несомненно, здесь оказало влияние то, что пробка находилась около пустой бутылки, тогда как в первых двух вариантах она была около бутылки с чернилами.

Табл. 4 показывает, что вариант *n.p.*' не облегчает, а затрудняет решение по сравнению с вариантом *n.p.* Результат, обратный ожидаемому, обусловлен фактором, который имеет место и в других случаях: чем ближе к данной ситуации функция F_1 , тем сильнее «контакт» между испытуемым и основным предметом. Например, свечи как наиболее важные предметы в задаче с коробками, несомненно, были «в центре» предложенного материала, так сказать «в точке фиксации».

Таблица 4

Задача	Число испытуемых	Число решенных задач	Число решенных задач, %	Среднее число предрешений на каждую решенную задачу
Коробка <i>n.p.</i> Пробка	7	3	42,9	2,3 2 4
	7	1	14,3	
	7	0	14,3 0	
Коробка <i>n.p.</i> Пробка				

Поэтому связь между коробкой и свечой устанавливалась легко. С другой стороны, коробка с кнопками была далека от задачи. То же самое имеет место в задаче с пробкой.

«Контакт» между испытуемым и нужным объектом, по-видимому, сыграл роль и в следующем предложенном решении задачи с плоскогубцами: «Отломать кусок доски и использовать его в качестве второй опоры». Доска, безусловно, находилась в центре ситуации, испытуемый даже держал ее в руках (конечно, здесь возможно влияние и того, что от доски можно отщепить кусок, а также то, что она, как и первая опора, деревянная).

Все говорит о том, что «контакт» облегчает отыскание решения. Возможно, благодаря ему происходит преодоление сильной фиксации, обусловленной существенной для данной задачи функцией F .

§ 5. Корреляция между количественными и качественными результатами. До сих пор полученные данные рассматривались с точки зрения различия между вариантами *п.п.* и *б.п.* Однако ясно, что в различных задачах затрудняющее влияние гетерогенной фиксированности основного объекта оказывается неодинаково. В задаче с коробкой проявляется наибольшее различие между вариантами, а в задаче с грузом — наименьшее.

Если расположить все пять задач в соответствии с величиной этого различия, которая измеряется коэффициентом:

$$\frac{\text{Число решений в варианте } \delta, n}{\text{Число решений в варианте } n, n},$$

или сокращенно $\frac{S(\delta, n)}{S(n, n)}$, то мы получим упорядоченный

ряд, представленный в табл. 5.

В дальнейшее рассмотрение мы включим также задачу с пробкой. Как это видно из табл. 4, эта задача решалась очень редко в варианте *п.п.* Другой вариант этой задачи давался через некоторое время, т.е. после вариантов *п.п.* и *п.п.'.* Поэтому необычно большая величина коэффициента $\frac{S(\delta, n)}{S(n, n)} = \frac{72,7}{14,3} = 5,1$ не укладывается в ряд, представленный на табл. 5, где такие коэффициенты гораздо меньше.

Рассмотрим теперь различия в коэффициентах с точки зрения психологической природы задач. Для этой цели мы должны выделить во всех задачах варианта *п.п.* те факторы, которые предположительно затрудняют требуемую переоценку предметов.

Таблица 5

	Коробка	Плоскогубцы	Скрепка	Буравчик	Груз
$\frac{S(\delta, n)}{S(n, n)}$	2,3	2,3	1,5	1,4	1,3

Эти факторы перечислены в левой колонке табл. 6, начиная с тех, которые оказывают, по-видимому, наибольшее влияние. (Более точное объяснение и анализ

этих фактов даются в следующем параграфе.) Задачи указываются в верхней части таблицы; они расположены в порядке убывания коэффициентов.

Если одна из шести задач содержит один из десяти затрудняющих факторов, то в соответствующем месте таблицы это обозначается знаком « + ». Положительная корреляция между коэффициентами для разных задач, с одной стороны, и числом затрудняющих факторов, соответствующих каждому коэффициенту, — с другой, проявляется в возрастании числа плюсовых отметок справа налево.

Т а б л и ц а 6

Фактор	Пробка	Уробка	Плоскогубцы	Репка	Гравчик	Груз
Отсутствие антиципации перцептивных свойств ключевого предмета	+	+	-	-	-	-
F_1 продолжает оставаться актуальной	+	+	-	+?	-	+
F_1 является обычной для ключевого предмета	+	+	+	+	+	-
Другое применение ключевого предмета неизвестно	-	-	-	+	+	-
Реализация функции F_2 с помощью других предметов не знакома	+	-	+?	+	+?	-
6. Ключевой объект должен быть видоизменен для функции F_2	+?	+?	-	+	-	-
F_1 дано реально (а не только мысленно)	+	+	+	+	+	-
В функциях F_1 и F_2 ключевой объект один и тот же	+	+	+	-	+	+
Ключевой объект не очень подходит для F_2	+	-	+?	-	-	-?
1. Возможность применения ключевого объекта для F_2 не вытекает как результат функции F_1	+	+	+	+	-	+

Обозначения: + наличие затрудняющего фактора. — отсутствие его. +? вероятное его присутствие. —? едва ли возможно его присутствие.

§ 6. Анализ факторов, затрудняющих переоценку объектов. Для понимания табл. 6 необходимо дать анализ десяти затрудняющих факторов. Мы рассмотрим их в том порядке, в каком они представлены в таблице.

1. «Отсутствие антиципации перцептивных свойств ключевого предмета». Во всех шести задачах антиципируется вначале применение или функция предмета. Но для отыскания этого предмета в перцептивном поле — в наших примерах это соответствует просматриванию стола — функциональный признак оказывается слишком широким, неподходящим (см. гл. VI, § 6). Зрительный поиск связан со зрительно воспринимаемыми свойствами. Таким образом, функциональная, топическая антиципация должна быть преобразована в антиципацию перцептивного содержания зрительных свойств.

Пример. Отыскивается нечто, «чем можно забить гвоздь в стену» (см. задачу с грузом). Эта топическая антиципация вызывает в представлении образ «молотка» или «предмета, сходного с молотком, т.е. твердого и тяжелого» (преобразование в содержательный признак). Но до тех пор, пока нет зрительной модели, зрительный поиск не начинается.

О том, как быстро первоначальная топическая антиципация приводит к антиципации перцептивного содержания, можно судить по замечаниям испытуемых: «Я хотел использовать вместо молотка что-то твердое и тяжелое», или: «Довольно часто, если нет молотка, я беру камень».

Чем более типична функция F_2 для основного предмета или чего-то ему подобного, тем легче первоначальный функциональный сигнал превращается в содержательный сигнал, соответствующий основному предмету.

Подобно этому, в задаче с плоскогубцами функциональная и топическая антиципация («опора для доски») немедленно вызывает содержательную антиципацию («нечто длинное, твердое...»). Антиципация «нечто, к чему можно подвесить шнур», вызывает представление о крючке или петле и т.д.

В этом отношении наиболее интересны две задачи — с пробкой и коробкой. Здесь, как правило, первоначальный функциональный и топический признак не вызывает формулирования адекватной содержательной модели поиска. Здесь хорошо видно, что зрительный поиск ча-

что определяется первоначальным функциональным признаком как таковым («нечто для того, чтобы закрепить слишком короткую планку», или «нечто для закрепления свечей на дверях»).

Функциональной антиципации, не определенной относительно некоторого содержания, могут соответствовать разные предметы. Свечи можно просто прикрепить к двери гвоздями или с помощью шнура. Такие решения действительно встречаются часто. Другими словами, здесь антиципация не имеет конкретной направленности на какой-либо предмет (например, на коробку). Интересно отметить, что в задаче с коробкой, как это видно из отчетов испытуемых и наших наблюдений, в варианте *п.п.* решение находилось следующим образом: испытуемый брал гвоздь и искал «платформу, которую можно было бы прибить к двери». Таким образом, гвозди вызывали представление о совершенно конкретном признаком, который в свою очередь не мог не вызвать представления о зрительно предъявленных свойствах: «легкий материал», «поддерживающая плоскость».

Итак, если антиципируется только общая функция, то между соответствующим признаком и объектом имеется «разрыв». Его заполнение начинается «снизу», от объекта¹. Именно возникновение новой оценки (F_2), начинающейся от объекта, и затрудняется функциональной фиксированностью этого объекта.

Это положение найдет свое подтверждение в дальнейших экспериментальных результатах, о которых будет сказано ниже. Мы увидим, что гетерогенная функциональная фиксированность ключевого объекта не может противостоять достаточно «подогнанному» (подходящему) признаку. Пока мы лишь отметим, что «отсутствие антиципации перцептивных свойств ключевого объекта» затрудняет его переоценку.

2. « F_1 продолжает оставаться актуальной». Это значит, что в то время, когда функция F_2 стала реальной, F_1 еще остается психологически актуальной, существует как функция. Например, коробки воспринимаются в их «статической» функции, как то, во что можно что-нибудь положить. С другой стороны, «динамическая» функция

¹ См. соответствующий материал о «внушении снизу» в гл. I и II.

плоскогубцев оттесняется их использованием как плоскогубцев. Это не что иное, как последствие функции F_1 , когда функция F_2 становится реальной. В более общем смысле слова можно сказать (если включить последействие в «реальность»), что F_1 продолжает существовать в обоих случаях.

При рассмотрении остальных экспериментов мы остановимся на факте «перекреста сфер реальности F_1 и F_2 ». Здесь достаточно лишь принять, что если существует нечто сходное с функциональной фиксированностью, то оно действует тем сильнее, чем больше последействие F_1 .

3. « F_1 является обычной для ключевого предмета».

Это значит, что F_1 вошла в «плоть и кровь» ключевого объекта, так что может быть названа его «квазисвойством». Мы видим, что этот фактор отсутствует в задаче с грузом. Груз служит для того, чтобы что-то нагружать, однако он совершенно неизвестен как подвес для маятника. Груз вначале может иметь такое же отношение к маятнику (F_1), как и к молотку (F_2). Объект особенно легко переоценивается, когда F_2 является его обычной функцией, которая лишь временно замещается функцией F_1 .

4. «Другое применение ключевого предмета неизвестно». Ясно, что иное предварительное использование объекта будет тем меньше его «фиксировать», чем больше этот объект имел различных применений. Коробка и пара плоскогубцев характеризуются меньшей специализацией функций, чем бумажная скрепка или буравчик. Так, плоскогубцы часто используются вместо молотка, а коробка — как опорное основание.

5. «Реализация функции F_2 с помощью других предметов не знакома». Некоторые функции с самого начала «привязаны» к строго определенным предметам. Другие же функции могут реализовываться с помощью различных предметов. Замечание испытуемого о том, что «я привык использовать вместо молотка все, что для этого подходит», прямо указывает на возможность реализации функции молотка самыми разными предметами. Подобно этому, функция F_2 в задаче с коробкой («на что можно поставить...») может реализовываться бесчисленным количеством предметов.

6. «Ключевой объект должен быть видоизменен для функции F_2 ». Этот фактор, безусловно, имеется в задаче

со скрепкой. Разогнутая и обычная скрепка имеют общее только то, что они сделаны из одного материала. В задаче с коробкой и пробкой ключевой объект не обязательно должен изменяться сам по себе. Однако такое изменение должно претерпеть то видимое целое, частью которого является ключевой объект. Пустая коробка видится как нечто иное, чем полная; свободная пробка воспринимается иначе, чем та, которой закрыта бутылка. Изменение целого изменяет феноменологическое свойство части.

7. « F_1 дано реально (а не только мысленно)» означает, что F_1 было или является действительно «фактом», а не «только психологически данным»; в задаче с грузом таковой является функция груза в качестве подвеса для маятника.

8. «В функциях F_1 и F_2 ключевой объект один и тот же». Только в задаче со скрепкой ключевые объекты для F_1 и F_2 разные.

9. «Ключевой объект не очень подходит для F_2 ». Этот фактор связан с первым. Чем менее адекватна F_2 для данного объекта, тем труднее его использование в этой функции. Иногда плоскогубцы и пробка воспринимаются как неподходящие для F_2 .

10. «Возможность применения ключевого объекта для F_2 не вытекает как результат функции F_1 ». Этот фактор, как правило, встречается во всех наших задачах. Так, буравчик был применен для сверления (F_1), однако, когда он остался на соответствующем месте, он не был воспринят как вещь, на которую можно было повесить шнур.

Если мы теперь снова посмотрим на табл. 4, наше внимание будет привлечено большой разницей между первыми двумя задачами и шестой в отношении числа и веса препятствующих факторов. Здесь мы имеем полную корреляцию с количественными результатами. Такой же хорошей является корреляция в отношении разницы между первыми двумя задачами и остальными четырьмя.

§ 7. Эксперименты на последействие функции F_1 . Для выяснения вопроса о «реальности» предшествующей функции F_1 я провел ряд экспериментов, несколько изменив методику. Я исходил из предположения, что функциональная фиксированность объекта должна быть

меньше, если F_1 не принадлежит к тому же контексту задачи, что и F_2 . Для проверки этого предположения задачи давались в трех вариантах (из них только второй является новым):

- a) F_1 и F_2 принадлежат к одному и тому же контексту задачи;
- б) F_1 и F_2 принадлежат к разным контекстам задачи, которые даются сразу же один после другого и имеют тот же набор предметов;
- в) F_1 отсутствует.

Использовались три задачи (одна старая и две новые).

1. *Задача с плоскогубцами* (см. выше). Вариант б: испытуемый, сидя на стуле, должен был взять предмет, достаточно удаленный от него; для этого необходима была палка. Она была прибита к доске и отрывалась от нее с помощью плоскогубцев. Сразу же вслед за этим давалась задача с плоскогубцами, как это было описано выше (вариант б.н., что соответствует здесь варианту б).

2. *Задача с книжкой*. Вариант а: испытуемый должен был сместить кверху проецируемое изображение, соответственно сместив для этого объектив проектора; величина смещения определялась (F_1) из таблицы логарифмов, помещенной в книге; последняя являлась ключевым объектом. Простой способ поднять объектив со стола в том, чтобы опереть его на книгу (F_2). Вариант б: нужно было произвести ряд расчетов, последний из которых был логарифмическим. Сразу же вслед за этим следовал вариант б: давалась описанная выше задача, однако теперь не нужно было обращаться к таблице логарифмов.

3. *Задача о линейке*. Вариант а: к крышке стола под вешивались рядом два маятника разной длины («для определения зависимости периода колебания от длины маятника»). Длина маятника измерялась (F_1) линейкой (ключевой объект). Линейка легко превращалась в опору для маятника (F_2), если привинтить ее к крышке стола. Вариант б: задача была связана со зрительным восприятием длины; в конце ее с помощью линейки измерялась точность оценки. После этого сразу же давалась описанная выше задача, только без измерения длины маятника.

Методика эксперимента была аналогична той, которая рассматривалась выше. Однако для выбора предлагалось большее количество предметов, которые отбирались также более тщательно. Моя цель заключалась в том, чтобы сосредоточить основное внимание на количестве предрещений, а не на количестве решенных и нерешенных задач, как раньше. Время решения не ограничивалось. К сожалению, эта методика, а также способ оценки результатов оказались менее подходящими, чем в предыдущих экспериментах. Предрещения наблюдаются труднее, чем факт решения или отсутствия решения задачи.

Каждый испытуемый решал три задачи во всех трех вариантах. Всего было 9 испытуемых, разделенных на 3 цикла: в одном цикле каждый из трех вариантов задачи решался тремя испытуемыми.

Таблица 7

Цикл	Количество предрещений		
	Вариант <i>a</i>	Вариант <i>б</i>	Вариант <i>в</i>
I	25		
II	19		
III	14	13	7
		12	10
			10
Всего	58	32	35

Результаты для каждого цикла представлены в табл. 7 (приведено количество предрещений). Из табл. 7 видно, что:

1) разобщение двух функций F_1 и F_2 между двумя независимыми проблемными ситуациями почти устраивает функциональную фиксированность ключевого объекта; аналогичные данные были получены в другом эксперименте с 8 испытуемыми при решении задачи с плоско губцами (табл. 8); по-видимому, психологическая «реальность» ограничена той проблемной ситуацией, в которой F_1 имеет место; за пределами этой области степень влияния функции F_1 резко падает;

2) сравнение данных для вариантов *a* и *б* полностью подтверждает наш основной вывод: гетерогенная фикси-

Т а б л и ц а 8

Испытуемые	Число предречений в варианте <i>a</i>	Испытуемые	Число предречений в варианте <i>b</i>
1 2 3 4	2,5*1	5	0 2,5
Среднее арифм.	4 6,5	6	1 3
	3,5	7	1,6
		8	

* Предречения, которые не рассматривались испытуемыми серьезно или представляли собой видоизменение предыдущих предложений, оценивались как «половинные» предречения.

рованность при условии сохранения старой функции как реальности препятствует переоценке объекта, если антиципируемый признак функции F_2 является относительно не подходящим.

§ 8. Эксперименты с более адекватным признаком. Поскольку сформулированное выше положение имеет важное значение для теории «отыскания решений на основе резонанса», я провел в этой связи некоторые эксперименты.

Предположим, что в задаче с коробкой одна или все коробки окрашены в зеленый цвет, в то время как другие предметы имеют иной цвет. Если испытуемому дается указание о том, что объект, выполняющий роль решения, окрашен в зеленый цвет и нужно поэтому искать нечто зеленое, то коробка будет найдена сразу, несмотря ни на какую «реальную» фиксированность. То же самое произойдет в том случае, если с помощью данного признака будут антиципироваться какие-либо другие зрительно воспринимаемые свойства ключевого объекта. Здесь переоценка едва ли встретит какие-либо затруднения.

Объяснения этого факта уже приводились выше (см. § 6). Гетерогенная функциональная фиксированность только тогда оказывает свое затрудняющее влияние, когда признак является несоответствующим, и поэтому между содержанием ключевого объекта и содержанием признака нет готового моста, так что ключевой объект

(подобно любому нейтральному объекту) еще должен быть «оценен» с точки зрения его пригодности. Фиксированность затрудняет как раз процесс новой переоценки, начинающийся «снизу», от объекта. Центральное значение этого факта уже обсуждалось в гл. III, § 4, а также будет обсуждаться еще в гл. VIII, § 8.

В описываемых ниже экспериментах признак объекта был менее адекватным, чем в предполагаемом примере. Задача с коробкой была видоизменена таким образом, что к двери нужно было прикрепить только одну свечу; кроме того, на столе, помимо прочих предметов, находилась одна коробка со свечами. Одной группе испытуемых из 4 человек задача давалась с относительно адекватным признаком (группа *A*), другой группе, также из 4 человек, — с относительно неадекватным признаком (группа *H*). После общего описания задачи группе *A* давалась инструкция: «Используйте для решения гвозди и что-нибудь легкое, что можно прикрепить гвоздями к двери». Группе *H*, у которой на столе не было гвоздей, давалась такая инструкция: «На столе есть не все, что необходимо для решения. Если вам что-нибудь понадобится, можете спросить». Таким образом, в первом случае давался функциональный признак, который легко указывал на основные свойства объекта (платформа, мягкий материал), тогда как во втором случае давалась лишь неопределенная антиципация. Из поля зрения испытуемых были убраны гвозди, которые легко могли внушить адекватный признак.

Третья группа испытуемых из 8 человек (она была промежуточной — *P*) получала задачу в обычном виде; в этом случае гвозди находились на столе. Здесь явно давалась только антиципация, содержащаяся в общей постановке задачи: «нечто для прикрепления свечи к двери». Однако гвозди могли внушить представление о признаке ключевого объекта (который явно давался испытуемым группы *A*); отсюда и обозначение группы как промежуточной.

Результаты эксперимента представлены в табл. 9 (я согласен, что с точки зрения статистики они не являются убедительными). Они оценивались по числу предрассудков о времени, затраченному на отыскание окончательного решения (эти параметры являются взаимозависимыми). Предрассудки были разделены на три класса

Т а б л и ц а 9

Испытуемое	Группа А			Группа Н			Группа П		
	Мера предрешений (см. в тексте)	Время, сек.	Испытуемое	Мера предрешений	Время, сек.	Испытуемое	Мера предрешений	Время, сек.	
1	0,75	40	5	1,5	30	13	3,0	105	
2	0	0	6	1,0	15	14	5,75	150	
3	0,5	5	7	3,5	65	15	2,0	25	
4	1,25	40	8	0	0	16	0	0	
			9	0	0				
			10	0,5	8				
			11	1,0	10				
			12	2,0	70				
Среднее арифм.	0,6 (1,5)	21		1,2 (1,5)	25		2,7 (3,2)	70	

са: целостные, половинные и четвертные. Таким образом, вместо числа предрешений мы приводим их «меру». Что считалось половинным предрешением,— об этом сказано в примечании к табл. 8. Четвертными я считал предрешения, когда испытуемый только дотрагивался до предмета или брал его на очень короткое время. В качестве дополнительного показателя использовалось среднее арифметическое «числа предрешений».

Из табл. 9 видно, что чем более адекватен признак, тем легче производится переоценка, т.е. тем меньше мера предрешений и общее время. Такой корреляции нет между группами *A* и *H*, однако здесь нет и отрицательной корреляции.

§ 9. Адекватный признак и фиксированность, существенная для данной ситуации. Предположим, что в задаче с коробкой, в которой на этот раз нужно прикрепить к двери только одну свечу, среди других предметов на столе находятся две коробки. Одна наполнена материалом, существенным для задачи (свечами), а другая — несущественным материалом (кнопками). Предположим, далее, что справедливо следующее: 1) чем менее адекватен признак, тем сильнее влияние фиксированности; 2) объект, наделенный функцией, существенной для дан-

ной задачи, характеризуется более сильной фиксированностью, чем объект с несущественной функцией; в то же время первый объект имеет более тесный «контакт» с субъектом, чем последний. Если это верно, то выбор коробки с кнопками должен встречаться чаще при большей неадекватности признака. Для подтверждения этого был проведен эксперимент. Одна группа испытуемых получала адекватный признак, а другая — неадекватный. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10

Предмет	Группа с адекватным признаком (12 человек)	Группа с неадекватным признаком (14 человек)
Коробка со свечами Коробка с кнопками Обе коробки	Выбиралась 10 раз Выбиралась 1 раз Выбирались 1 раз	Выбиралась 7 раз Выбиралась 7 раз Не выбирались

Из табл. 10 видно, что коробка с кнопками выбиралась большим числом испытуемых, если признак был менее адекватен, и, следовательно, фиксированность коробки со свечами была значительной.

Когда испытуемых, которые выбирали коробку со свечами или кнопками, спрашивали, почему им пришла мысль об использовании данной, а не другой коробки, они обычно отвечали: «Потому что нужно было делать что-то со свечами» или «Потому что в другой коробке были свечи».

§ 10. О гомогенной фиксированности и переносе. До сих пор мы рассматривали гетерогенную фиксированность. Что же будет происходить в случае гомогенной фиксированности?

Рассмотрим крайний пример: пусть F_1 — это «нечто, на что можно повесить метелку», а F_2 — «нечто, на что можно повесить обувной рожок». Будет ли функция F_1 оказывать тормозящее влияние на F_2 ? Нет, наоборот, F_2 будет способствовать воспроизведению F_1 ; использование ключевого объекта в функции F_2 будет *выигрывать* от предшествующего его использования в функции F_1 . Другими словами, будет иметь место перенос.

Основание для такого облегчения решения может быть сформулировано следующим образом: гомогенность

F_1 и F_2 означает, что благодаря F_1 ключевой объект «настраивается» на F_2 . А это в свою очередь означает, что признак F_2 становится адекватным в отношении объекта, «подготовленного» функцией F_1 . Таким образом, следствием гомогенной фиксированности является то, что признак F_2 становится адекватным. Поэтому и происходит облегчение поиска решения.

Для того чтобы перенос был возможным, не обязательно, чтобы F_1 и F_2 были одной и той же функцией. Если рассматривать эти функции достаточно конкретно, то можно всегда убедиться в их различии. «Крючок для метелки» — это не то же самое, что «крючок для обувного рожка». Дело в том, что обе функции основываются на одной более общей, на тех же самых свойствах ключевого объекта.

Каждая функция объекта основывается на его определенных свойствах. Так, функция палки (служащей для удлинения руки) основывается на ее длине.

Примерами двух совершенно различных функций, которые тем не менее основаны на одних и тех же свойствах объекта, являются следующие: F_1 — «нечто, к чему можно подвесить маятник»; F_2 — «предмет, на который можно опереть подставку для цветов». Обе функции основываются на свойствах «длины» и «устойчивости».

Во всех случаях функциональной фиксированности, которая была одним из факторов в наших экспериментах, F_1 и F_2 основывались на разных свойствах ключевого объекта, более точно: на разных «рельефах» этих свойств. (Дело не в том, что данное свойство только входит в известную функцию, а в том, как, в какой роли и с каким весом оно входит.) Более того, нам не встречалось такой более общей функции, которая была бы свойственна как F_1 , так и F_2 . То есть в этих случаях не было ни одного основания для того, чтобы предмет, использовавшийся в функции F_1 , «ответил бы в резонанс», когда имеется признак F_2 .

§ 11. Динамический смысл гетерогенной функциональной фиксированности. Теперь уместно поставить вопрос: какого рода изменение претерпевает объект при гетерогенной функциональной фиксированности?

Мне кажется, что существует три вида такого изменения:

1. Благодаря функции F_1 ключевой объект связы вается с конкретным содержанием, с каким-то функциональным целым, которое является в некоторой степени динамически изолированным. Объект как бы «абсорбируется», «заключается в капсулу». Если функциональное целое расчленяется (см. фактор «реальности» или последействия в § 7), то распадаются составляющие его функции, но не его элементы, или объекты. Это не что иное, как «выход целого из сферы его понимания».

2. Посредством функции F_1 изменяется рельефность свойств ключевого объекта. Свойства, обнаруженные функцией F_1 , становятся доминирующими, «центральными». Свойства, которые выступили при этом слабее или вовсе не проявились, иногда полностью ускользают из поля внимания. Образно говоря, ключевой объект «поляризуется силами» функционального «поля».

3. В той степени, в какой F_1 и F_2 принадлежат к одному целому и воспринимаются как взаимно необходимые функции в этом целом, в процесс включается еще один важный фактор. При переходе от одной функции к другой, принадлежащей к тому же целому и активно связанной с первой, ключевой объект должен изменить ся. Это «изменение функции внутри некоторой системы» часто связано со значительными трудностями для субъекта. Оно имеет место, например, в том случае, когда я называю две разные функции одного объекта противоположными. Противоположность является логическим понятием. Например, длинное и короткое (или красное и голубое) считаются противоположностями, так как в чистом виде они исключают друг друга. Они принадлежат к одному «измерению», характеризуют объект в одном и том же отношении, имеют одинаковое структурное место и, таким образом, находятся в определенной связи друг с другом. С другой стороны, длинное и красное не являются противоположностями, между ними поэтому лежит «мертвое пространство».

Мы рассматривали логическое определение понятия «противоположности», имея в виду абстрактное или идеальное целое. Аналогичным образом это понятие применяется в отношении к «реальному целому», т.е. к конкретным реальным структурам, в которых разные функции требуют своего места; например, молоток и наковальня, отец и сын, радиус и касательная. Такие функ-

ции можно назвать «реально противоположными». Если один и тот же объект берется последовательно в «реально противоположных» функциях, мы будем называть это «изменением функции в системе».

Как показали наши эксперименты, все эти три фактора вероятно, играют роль в гетерогенной функциональной фиксированности. По-видимому, третий фактор является наименее важным, поскольку наши проблемные ситуации не представляют собой ярко выраженного и устойчивого гештальта (Кёлер); поэтому входящие в систему функции F_1 и F_2 являются лишь слабо «противоположными».

Возможно, что решающее влияние оказывают первые два фактора, хотя нужно подчеркнуть, что в действительности все наши результаты можно было бы объяснить с помощью только одного из факторов.

Гла в а VII

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ФИКСИРОВАННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (ДОПОЛНЕНИЕ К ПРОБЛЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ)

§ 1. О перестраивании математических ситуаций. В гл. III, где преимущественно рассматривался процесс решения математических задач, указывалось, что возможность перестройки мыслимого (субъективного) содержания зависит не только от знакомства с соответствующими общими связями (теоремами) и аспектами, но также и в более существенной степени от определенных субъективных характеристик данного содержания. Теперь мы посмотрим, какого рода «преобразования» должен совершить мыслящий субъект при решении математических задач.

Существуют такие особенности мыслительных процессов, в которых наиболее сильно проявляются индивидуальные различия людей. Мы уже имели возможность останавливаться на них. Вспомним, например, о преобразовании шестизначного числа типа $abcabc$ в сумму abc тысяч и abc единиц. Существует, однако, большое количество всевозможных примеров. Рассмотрим простую задачу. Нужно показать, что все точки вне эллипса находятся на большем расстоянии от двух

фокусов, чем точки, лежащие на эллипсе, т.е. $AD + BD > AC + BC$ (см. рис. 21, а). Заменив точку С точкой, лежащей на эллипсе и на линии AD или BD (см. рис. 21, б) — эквивалентность всех точек на эллипсе считается доказанной, — нам остается проделать преобразование, которое само по себе кажется простым, но в

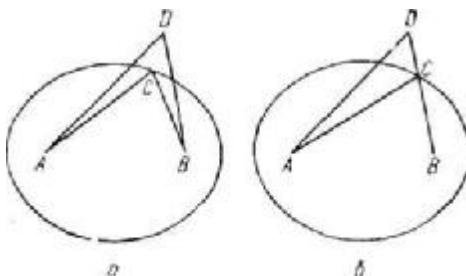


Рис. 21.

то же время, выражаясь парадоксально, необычайно трудным по сравнению со своей простотой. Вместо того чтобы рассматривать линии так, как они были даны вначале, т.е. AC соотносить с AD , а BC — с BD , в целях доказательства нужно сравнить AC с $AD + DC$, а BC — с ней самой. Тогда то, что требуется доказать, становится очевидным: AC , будучи прямой, соединяющей точки Л и С, короче, чем $AD + DC$, а BC равна самой себе. Таким образом, применение посылки, обеспечивающей решение, к данным фактам предполагает радикальное *преобразование* ситуации, имеющей определенную структуру. Способ преобразования ситуации становится *фиксированным*, гетерогенным по отношению к решению. Для некоторых людей такое преобразование кажется легким, для других — очень трудным. Однако положение о том, что прямая, соединяющая две точки, является кратчайшим расстоянием между ними, может быть хорошо известно и тем и другим.

В качестве другого примера можно привести тот этап решения, когда устанавливалось, что $a \cdot b =$ общий множитель для a и p (см. задачу с нахождением общего множителя в гл. III, § 8). Числа a и b давались в одной и той же роли относительно простого числа p ,

Теперь $a \cdot b$ вдруг стало рассматриваться как общий множитель a и b , т.е. числа a и b , которые были так далеки относительно друг друга, неожиданно стали рассматриваться в одной и той же роли. Конечно, после того, как решение найдено, каждому представляется очевидным такой шаг. Однако возможность самостоятельного понимания у некоторых людей существенно затрудняется необходимостью сделать определенное преобразование.

Еще один пример. Для многих людей оказывается очень трудным понимание того, что ряд $1 \times 2 \times 3 \dots \times 1000$ представляет собой произведение чисел от 1 до 1000. Им кажется, что 5×7 представляет собой умножение числа 7, но они не могут увидеть в то же время, что умножается также и число 5.

В течение нескольких лет я систематически наблюдал за одним человеком в целях выяснения трудностей мышления. В результате оказалось, что ему в высшей степени свойственна односторонность осмысливания математического материала, в отличие от более одаренных в математическом отношении людей; поэтому ее можно было рассматривать как константу его интеллектуальных способностей.

Мы еще не выяснили, с какого рода «преобразованиями» мы здесь имеем дело и какие при этом возникают требования, удовлетворение которым представляется трудным для субъекта. Но прежде всего мне хотелось бы сделать несколько вводных замечаний.

§ 2. Решение путем узнавания, включающего абстрагирование. Математика, как строго дедуктивная наука, старается свести все посылки к возможно меньшему числу аксиом. Каждая посылка, независимо от того, насколько она очевидна для прямого наблюдения, должна быть обоснована путем выведения ее из аксиом (предполагается, что сама она не является аксиомой).

Применимость каких-либо аксиом к множеству конкретных фактов требует абстрагирования от определенных перцептивных свойств рассматриваемых «моделей»¹. Такое абстрагирование необходимо для того, чтобы обнаружить некоторую аксиому в конкретном

¹ Мы понимаем «модель» как перцептивный или идеализированный заменитель конкретного факта.

факте. Часто перцептивные свойства аксиоматическом модели и свойства модели, к которой применяется первая, находятся в некотором контрасте, что и обуславливает трудность обнаружения.

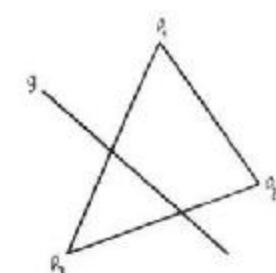
В результате абстрагирования от перцептивных свойств субъект должен что-то получить; это что-то безразлично для дедуктивного процесса, но имеет важное психологическое значение.

Что же представляют собой эти перцептивные свойства? Можно ли рассматривать различие в способностях к абстрагированию противоположных перцептивных свойств при обнаружении одного факта в другом как решающий фактор математического мышления?

§ 3. Иллюстрация перцептивных свойств математических объектов, затрудняющих обнаружение. Для иллюстрации основных перцептивных свойств и их несогласованности я выбрал три элементарных математических доказательства, в которых то, что нужно доказать, демонстрируется с помощью одной и той же аксиомы. Следует особо иметь в виду, что эти три примера не являются исключительными в математике.

В основе трех примеров лежит одна и та же аксиома М. Паша (сокращенно: *P*-аксиома), которая выражает следующий очевидный факт. Пусть дан треугольник и прямая, пересекающая его в той же плоскости и не проходящая ни через одну из его вершин. Отсюда следует, что «если прямая пересекает одну сторону треугольника, то она пересечет и другую». На рис. 22 показана «модель» *P*-аксиомы, сокращенно «*P*-модель».

В нашем первом примере используется не сама *P*-аксиома, а непосредственно вытекающее из нее положение: «Если прямая пересекает одну сторону треугольника, то она пересечет также еще одну и только одну его сторону». Это положение, доказательство которого с помощью *P*-аксиомы представляет собой наш третий пример, мы будем обозначать



как «положение *P*», в отличие от «*P*-аксиомы».

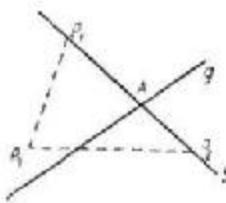
Предположим, что наряду с некоторыми простыми аксиомами (например, что две пря-

мые пересекаются только один раз) испытуемому известно положение P . Однажды он сталкивается с необходимостью доказать следующее.

Дано: прямая линия g ; точка A , расположенная на линии g ; линия b , проходящая через точку A ; две точки P_1 и P_2 , расположенные на прямой b так, что точка A находится между P_1 и P_2 .

Требуется доказать, что произвольно выбранная в данной плоскости третья точка P_3 может быть соединена либо с P_1 , либо с P_2 прямой, которая не пересекает линию g . (Это значит, что каждая прямая делит плоскость на две «области», см. рис. 23.)

Это положение доказывается прямо с помощью положения P^I : три линии — P_1P_2 , P_1P_3 и P_2P_3 — можно представить как три стороны треугольника Паша (сокращенно, P -треугольник), а линию g — как прямую Паша, или «секущую». Тогда положение P просто означает, что прямая g , которая по условию пересекает P_2P_1 должна пересечь одну и только одну сторону треугольника, т.е. либо P_1P_3 , либо P_2P_3 . А это в свою очередь значит, что P_3 можно соединить либо с P_1 , либо с P_2 прямой, которая не пересечет прямую g , что и требовалось доказать.



Предположим, что субъект заранее не знает о возможности доказательства с помощью положения P . Ему известен ряд аксиом и теорем, но определить, какую из них можно применить к данному случаю, можно только на основе анализа его внутренних свойств, т.е. из имеющихся допущений и того, что требуется доказать (цели). В этих условиях доказательство предъявляет к субъекту определенные требования². Они обусловлены тем, что перцептивные свойства («функции») противоположны друг другу в следующем отношении:

¹ Здесь мы отвлекаемся от двух банальных случаев, когда P_3 лежит или на g , или на b .

² Читатель не должен забывать, что (здесь и в последующих примерах) он не испытывает никаких трудностей, потому что он уже знает, что каждый раз доказательство выводится из P -аксиомы (или с помощью положения P). Таким образом, читатель в каждом случае подходит к конкретному случаю с адекватной установкой.

1. Перцептивные функции элементов P -модели.

Здесь треугольник $P_1P_2P_3$ дан как нечто «первичное» и «абсолютное»; поэтому прямая линия (секущая) рассматривается как «вторичное» по отношению к треугольнику, как «связанная» с ним. Три стороны треугольника P_1P_2 , P_2P_3 и P_3P_1 даны «вместе» и являются абсолютно «однородными» (т.е. выступают в одной и той же функции).

2. Перцептивные функции соответствующих элементов того случая, к которому применяется положение P .

Здесь прямая линия g является «первой», «абсолютной». Через некоторую точку этой прямой, т.е. относительно нее, проходит вторая линия, на которой отмечен отрезок P_1P_2 . Только теперь стороны P_1P_3 и P_2P_3 выступают как линии, «связывающие» P_3 с P_1 и P_2 . Таким образом, три стороны треугольника даны как неоднородные элементы; одна из них кажется более тесно связанной с g , чем две другие.

Ясно, что ключевые перцептивные свойства уходят своими корнями в способ организации предъявляемого материала, который распадается на два ряда фактов: к одному относятся составные части P -модели, а к другому — случай ее применения. Точнее: эти перцептивные свойства являются «функциями» в особом смысле; они принадлежат элементам лишь постольку, поскольку сами элементы являются частями одной или другой структуры. Более того, ясно, что эти функции противоречат друг другу (являются «противоположными»; см. гл. VII).

1. То, что в прикладном случае дается как «первичное» и «абсолютное», является «вторичным» и «относительным» в P -модели, и наоборот.

2. Некоторые факты, выступающие в прикладном случае как «неоднородные» (P_1P_2 неоднородна по своей функции с P_1P_3 и P_2P_3), даны как «однородные» в P -модели.

3. Некоторые факты, которые в прикладном случае связаны между собой (P_1P_2 и g), не имеют такой связи в P -модели. Вместо этого в ней связаны P_1P_2 , P_2P_3 и P_3P_1 .

Здесь мы имеем дело с особым видом гетерогенной функциональной фиксированности мыслимого содержания (см. гл. VII).

Для того чтобы общую посылку можно было применить к конкретной структуре фактов, последняя должна быть видоизменена. Это преобразование относится к тому типу, который выше мы называли «изменением функции внутри системы». В данном случае, для того чтобы произошло изменение элементов, они должны войти не просто в какую-то другую, а в противоположную функцию. Здесь, в отличие от «специфицированных функций», рассмотренных в гл. VII, функции являются неспецифичными.

§ 4. Продолжение (второй пример). Переходим ко второму, более показательному случаю.

Дано: две прямые линии g_1 и g_2 пересекаются в точке M ; на прямой g_1 находятся точки A и B , так что B лежит между A и M ; между g_1 и g_2 дана точка Q . Линии, проведенные из точки Q в точки A , или B , или M , пересекают g_2 в точках A_1 или B_1 , или M , которые являются проекциями A , B и M на g_2 (см. рис. 24,а).

Требуется доказать: что «порядок» точек на g_1 отличается от порядка соответствующих проекций на g_2 ; т.е. что B_1 , например являющаяся проекцией точки B , которая лежит между A и M , не находится между A_1 и M , т.е. проекциями точек A и M .

Кто может с первого взгляда опознать аксиому P в модели, представленной на рис. 24,а? А она здесь есть. Чтобы увидеть ее, нужно только представить, что MB и MB_1 связаны с BB_1 , которая выступает в роли соединяющего отрезка; в

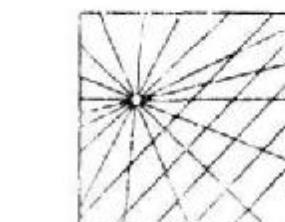
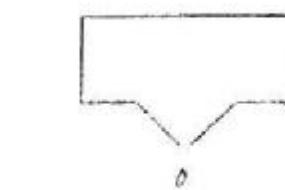
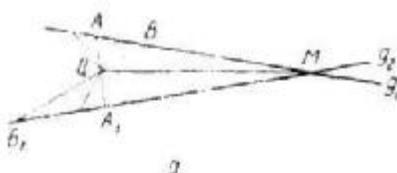


Рис. 24.

той же роли выступает и линия AA_1 . Тогда мы имеем P -треугольник. Теперь нужно, чтобы функция линии AA_1 была отлична от функции линии BB_1 и других лучей проекции; для этого ее нужно представить, выделить как секущую. Отсюда ясно дальнейшее доказательство: по условию AA_1 пересекает BB_1 в точке, находящейся между B и B_1 , но AA_1 не пересекает сторону BM (так как B лежит между A и M , следовательно, A находится вне BM); значит, согласно P -аксиоме, AA_1 должна пересекать сторону B_1M в точке, лежащей между B_1 и M ; поэтому B_1 не находится между A_1 и M , что и требовалось доказать.

Трудность опознания в мыслительных процессах, связанных с математическим содержанием, очень сходна с той трудностью опознания, которая исследовалась Готтшальдтом [7]. Это легко заметить, если сравнить наш рис. 24,*a* с рис. 16,*б* в работе Готтшальдта (у нас он соответствует рис. 24,*в*). На рис. 24,*в* нужно выделить фигуру, изображенную на рис. 24,*б*.

§ 5. Продолжение (третий пример). В третьем и последнем примере мы остановимся на новой и важной с психологической точки зрения форме функциональном фиксированности мыслимого содержания «противоположности функций» в данных фигурах. Пример заключается в доказательстве положения (которое мы назвали положением P), что прямая линия (секущая) никогда не пересечет все три стороны P -треугольника.

Доказательство этого положения требует вводного замечания, которое не необходимо для понимания предыдущих примеров, но в данном случае имеет существенное значение. Когда современным математик приступает к аксиоматическому построению той или иной математической дисциплины (см., например, геометрию Гильберта [12]), он поступает так, как если бы ничего не знал об объектах, кроме того, что сказано о них в аксиомах. Другими словами, он использует аксиомы как определения вводимых им понятий. Для математика «точка», «прямая линия», «плоскость», «между» и т.д. являются не обычными воспринимаемыми образами, а вначале чем-то совершенно неизвестным, в котором нет ничего определенного, но которое вытекает из аксиом. Так, в аксиомах, которые использовались в качестве посылок наших доказательств, не было сказано ничего та-

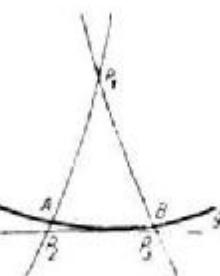
кого, что обязывало бы прямую линию быть в действительности «прямой». Если бы мы захотели, мы бы могли представить также кривую линию и называть ее «прямой», имея в виду, что эта странная прямая удовлетворяла бы всем требованиям, вытекающим из аксиом.

Из сказанного становится понятным то, что изображено на рис. 25; его мы взяли как основу третьего примера. Пусть треугольник $P_1P_2P_3$ будет треугольником P , а g — секущая. Требуется доказать, что факт, изображенный на рис. 25, невозможен: g не может соприкасаться с тремя сторонами треугольника одновременно.

Доказательство осуществляется здесь замечательным и тонким способом — приложением P -аксиомы к специальному случаю P -модели, которая, как это требуется доказать, является невозможной. Три линии, P_1A , AB и BP_1 можно рассматривать как стороны треугольника P , а линию P_2P_3 — как секущую. Тогда положение о том, что (первоначальная) секущая g может соприкасаться с тремя сторонами (первоначальной) P -модели, становится равнозначным утверждению, что (новая) секущая P_2P_3 может пересечь одну сторону (нового) треугольника P (P_1AB), именно AB , не пересекая при этом какой-либо другой стороны того же треугольника. Но это противоречит P -аксиоме. Следовательно, это противоречит также положению о том, что секущая может соприкасаться с тремя сторонами треугольника P , что и требовалось доказать.

Это доказательство отличается от предыдущих и представляет особый интерес. Там перцептивная «противоречивость» между аксиомой и специальным случаем существовала только в отношении таких неспецифических («формальных») функций, как «принадлежность», «изолированность», «однородность» и «неоднородность», в отношении того, что дано «абсолютно» и «относительно». Здесь же, кроме этого, имеется противоречивость между совершенно специфическими («материальными») функциями.

В P -модели имеются две специфические функции: «сторона треугольника» и противоположная ей «секущая



щая». Именно эти функции и претерпевают изменение: секущая становится стороной треугольника, и наоборот. Наблюдения над процессами решения математических задач, проведенные за много лет, показали мне, что изменение функции в системе, заключающееся в преобразовании специфических, или «материальных», функций, предъявляет серьезные требования к мышлению.

Таким образом, *если ситуация вводится в определенную перцептивную структуру, которая продолжает оставаться «реальной», «живой», субъект приходит к противоположной структуре только вопреки навязчивости первой*. Степень этой трудности различна для разных индивидов.

§ 6. Эвристическая функция наблюдения. Заключительная формулировка в предыдущем параграфе нуждается в дополнительных разъяснениях. Она ни в коем случае не означает, что само по себе наблюдение является препятствующим фактором математического мышления. Если говорить в общем, то каждый случай продуктивного мышления основан на наблюдении. Наблюдению не принадлежит последнее слово, но в любом случае за ним остается первое. Его функция, по существу, является эвристической. Вспомним те формы анализа ситуации, которые сюда относятся: простое обнаружение посылок из модели, как «модель напоминает...» Многие свойства посылок, которые являются существенными для доказательства или какого-либо построения, открываются с помощью наблюдения гораздо скорее, чем путем логической дедукции. Очень часто наблюдение дает направление для логического анализа. Эвристическая функция наблюдения обусловлена его «сокращающей» ролью, т.е. тем фактом, что при изучении всей обстановки в целом одновременно вскрываются многие следствия из условий, которые при логическом анализе могли бы быть обнаружены только через длинную серию последовательных этапов. В этом отношении наблюдение дает субъекту возможность увидеть решающий пункт атаки и сконцентрироваться на нем.

Было бы ошибочно думать, что наблюдение встречается только в геометрии. Перцептивные модели — схемы, играют свою роль во всех областях математического мышления. Это не важно, что их не всегда можно представить в виде «рисунков». Они более подвижны,

более гибки и более просты, чем рисунок треугольника или чего-то подобного.

С другой стороны, то, что действительно представляет трудность в математическом мышлении, в частности, разного рода преобразования, является не наблюдением самим по себе, а тем его способом, в каком оно проявляется и функционирует.

§ 7. Обсуждение двух гипотез относительно психологической причины неспособности к преобразованию. Теперь мы знаем уже достаточно для того, чтобы остановиться на вопросе об «индивидуальных константах» в данной области мышления. Я вижу две возможности для объяснения, почему для многих людей («плохих» математиков) преобразования, необходимые при доказательстве и построениях, связаны с большими трудностями.

1. «Плохой» математик не может легко осуществлять преобразование, потому что *мыслимое им содержание является относительно неподвижным, жестким и поэтому с трудом поддающимся перестройке*.

2. Для «плохого» математика *мыслимое содержание с самого начала более сильно привязано к перцептивным функциям, описанным выше*.

С другой стороны, у «хорошего» математика имеется более широкая область абстракции, в которую не входят все эти функции, с их кажущейся противоположностью по отношению к другим функциям; в эту область входят только специфически математические свойства.

Рассмотрим теперь эти гипотезы подробнее. Первая кажется более приемлемой, однако едва ли следует считать ее справедливой. Часто можно наблюдать, что у «плохих» математиков перцептивные структуры с самого начала играют гораздо большую роль, чем у «хороших». Есть такие люди, для которых, например, *P*-аксиома настолько сильно связана с треугольником, пересекаемым прямой линией, что они не могут схватить ее более общий характер, т.е. как аксиому о «порядке». Их «понятия» слишком «образны». Вот специальный пример. Тот самый испытуемый, за которым я наблюдал в течение нескольких лет, однажды начал изучать проективную геометрию, включая теорию «проецируемых фигур». В ней центр проекции связывается с точками и

прямymi линиями на плоскости с помощью «проецируемых» линий и плоскостей (см. рис. 26,*a*). Испытуемый очень хорошо «усвоил» эту теорию. Но однажды ему нужно было определить наличие проецируемой фигуры,

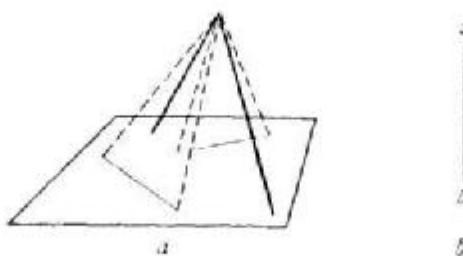


Рис. 26.

изображенной на рис. 26,*b* (*P* — центр проекции, *L* — некоторая точка, *PL* — проецируемая прямая линия). Он не мог этого сделать. Для него проецируемая фигура выступает в виде некоторой «пирамиды». «Вершина» и «основание» поэтому являются совершенно несимметричными. Короче говоря, он усвоил не истинное понятие, а какое-то более конкретное, связанное с образной моделью, хотя как раз эта модель использовалась в действительности для иллюстрации общности понятия. Этому испытуемому всегда было очень трудно выделить частные случаи.

Вторая гипотеза более правильна: источником различий в способностях к преобразованию является различная роль перцептивных структур, различие в степени их привязанности к данному материалу.

Но почему у большей части людей обнаруживается преобладающее влияние перцептивных структур? Ясно, что у этих людей перцептивные структуры являются необходимыми и играют важную роль, так же как и образы играют важную роль у людей «художественного» типа. Как последним зрительные образы необходимы для того, чтобы ясно представить себе и понять что-то, а также удержать его в памяти, так и многие люди оказываются неспособными сделать мыслимое содержание точным, проанализировать его и закрепить, т.е. они привязаны к определенным перцептивным структурам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams D.K., Experimental studies of adaptive behavior in cats. «Comp. Psychol., Monog.», 1929, 6, № 1.
2. Claparede E., La genese de L'Hypothese: Etude experimentelle, «Arch. Psychol. Geneve», 1933, 24, 1—155.
3. Duncker K., A qualitative study of productive thinking, «Ped. Sem.», 1926, 33, 642—708.
4. Duncker K., Lernen und Einsicht im Dienst der Zielerreichung, «Acta psychol., Hague», 1935, 1, 77—82.
5. Einstein A., Geometrie und Erfahrung. Berlin: Julius Springer, 1921.
6. Gengenbach J.A., Studies in abstraction with the white rat, «J. Genet. Psychol.», 1930, 38, 171—202.
7. Gottschaldt K., Über den Einfluss der Erfahrung auf die Wahrnehmung von Figuren, «Psychol. Forsch.», 1926, 8, 261—317.
8. Gottschaldt K., Über den Einfluss der Erfahrung auf die Wahrnehmung von Figuren. II, «Psychol. Forsch.», 1929, 12, 1—87.
9. Gottschaldt K., Der Aufbau des kindlichen Handelns, «Beih. Z. angew. Psychol.», 1933, № 68.
10. Guillaume P., Meyer J., Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes, «J. de Psychol.», 27, 28, 31.
11. Herritz M., Beobachtungen an gefangenen Rabenvögeln, «Psychol. Forsch.», 1926, 8, 336—397.
12. Hilbert D., The foundations of Geometry, Chicago, Open Court, 1902.
13. Huang I., Children's explanations of strange phenomena, «Psychol. Forsch.», 1930, 14, 63—182.
14. Hume D. Enquiries Concerning the Human Understanding (Sect. 7. Part 2). Ed. by L.A. Selby — Bigge, Oxford, 1902.
15. Hüssel E., Logische Untersuchungen, Halle, Niemeyer, 1900.
16. James W. The Principles of Psychology, Holt, 1890, vol. I, p. 505; vol. II, p. 346f.
17. Karsten A., Psychische Sättigung, «Psychol. Forsch.», 1928, 10, 142—254.
18. Katona G., Fine kleine Anschauungsaufgabe, «Psychol. Forsch.», 1927, 159—162.
19. Köhler W., Komplextheorie und Gestalttheorie. «Psychol. Forsch.», 1925, 6, 358—416.
20. Köhler W., The mentality of apes, New York, Harcourt, Brace, 1925.
21. Köhler W., Gestalt-psychology, New York, Liveright, 1929.
22. Köhler W., Das Wesen der Intelligenz. In «Kind und Umwelt», by A. Keller, 1930.
23. Köhler W., Dynamics in psychology, New York, Liveright, 1940.
24. Lewin K., A dynamic theory of the feeble-minded. In «Dynamic theory of personality». New York, McGraw-Hill, 1935.
25. Lindworsky J., Theoretical psychology, St. Louis, Herder, 1932.
26. Maier N.R.F., Reasoning in white rats, «Comp. Psychol. Monog.», 1929, 6, № 3.

27. Maier N.R.F., Reasoning in humans. I. On direction. «J. Comp. Psychol.», 1930, 10, 115—143.
28. Maier N.R.F., Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness, «J. Comp. Psychol.», 1931, 12, 181—194.
29. Maier N.R.F., An aspect of human reasoning, «Brit. J. Psychol.», 1933, 24, 144—155.
30. Poincaré H., The Value of Science. In «The Foundations of Science», New York, Science Press, 1913.
31. Rademacher H., Töplitz O., Von Zahlen und Figuren, Berlin. J. Springer, 1930.
32. Reichenbach H., Philosophie der Raum-Zeit-Lehre, Berlin—Leipzig, W. de Gruyter, 1928.
33. Schapp W., Beiträge zur Phänomenologie der Wahrnehmung, Halle, Niemeyer, 1910.
34. Scherer M., Die Lehre von der Gestalt, Berlin—Leipzig, W. de Gruyter, 1931.
35. Schlick M., Allgemeine Erkenntnislehre, Berlin, J. Springer, 1918.
36. Selz O., Ueber die Gesetze des geordneten Denkverlaufs. Stuttgart: Spemann, 1913.
37. Selz O., Zur Psychologie des produktiven Denkens und des Irritums, Bonn, F. Cohen, 1922.
38. Shepard, John F., Fogelsonger H.M., Studies in association and inhibition, «Psychol. Rev.», 1913, 20, 290—311.
39. Thorndike E.L., Animal Intelligence, «Psychol. Monog.», 1898, 2, №4.
40. Thorndike E.L., Human learning, New York, Appleton-Century, 1931.
41. Tolman E.C., Purpose behavior in animals and men, New York, Appleton-Century, 1932.
42. Tolman E.C., Gestalt and sign-gestalt, «Psychol. Rev.», 1933, 40, 391-411.
43. Wertheimer M., Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. «Psychol. Forsch.», 1922, 1, 47-58; 1923, 4, 301-350.
44. Wertheimer M., Über das Denken der Naturvölker. In «Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie», Erlangen: Vebl. d. Philos. Akademie, 1925, p. 34.
45. Wertheimer M., Ueber Schlussprozesse im produktiven Denken. In «Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie», Erlangen: philosophische Akademie, 1925.
46. Yerkes R.M., The mind of a gorilla, «Genet. Psychol. Monog.», 1927, 2, 1-193.

*К. Дункер и И.
Кречевский*

О процессе решения задач

Экспериментальные работы, связанные с изучением процессов обучения и мышления, обычно проводятся так, как будто эти процессы принадлежат к двум самостоятельным областям науки. Различие между обучением и мышлением принималось психологами как самой разумеющейся и очень редко подвергалось тщательному анализу или точному определению. В течение последних лет разные исследователи имели случаи обсуждать вопросы, в которых неизбежно затрагивались как одна, так и другая области. Вскоре стало ясно, что при условии создания некоторой унифицированной схемы можно было бы избежать многих псевдоразличий между двумя областями и сделать их предметом единого, всестороннего анализа, в котором рассматривались бы как черты сходства, так и различий².

Нам представляется полезным предложить такую схему. Следует, однако, иметь в виду, что в данном случае мы коснемся преимущественно формальной стороны вопроса. Лишь очень коротко мы остановимся на

¹ K. Duncker, J. Krechevsky, On solution-achievement,
«Psychological review», 1939, 46, № 2, p. 176-185.

² Несколько известно авторам, единственное четкое разграничение между обучением и мышлением было сформулировано Майером. Он различает «способность мышления» и «способность обучения» [5]. Первая, согласно Майеру, представляет собой способность связывать два изолированных события нашего опыта, а последняя — связывать два смежных события. В этом подходе исключается строгая дилемма, поскольку подчеркивается не столько различие между «способностями», сколько их внутренняя взаимосвязь.

свойствах «динамики» научения и мышления. Нам кажется, что для успеха дальнейшего исследования необходимо, чтобы «анатомия» проблемы предшествовала созданию четких принципов ее «физиологии».

Большинство психологов, по-видимому, согласится с тем, что научение включает два процесса. Во-первых, что-то должно быть *усвоено*; во-вторых, оно должно быть до некоторой степени *сохранено* в памяти. Если стать на историческую точку зрения, то мы увидим, что экспериментаторы исследовали эти процессы отдельно, придавая им разные степени важности в связи с общей проблемой научения. Одна группа ученых¹, считая процесс усвоения само собой разумеющимся¹, изучала преимущественно явления «памяти»: сохраняемость опыта с течением времени, роль количества повторений, анализ содержания материала, способы предъявления задания, влияние промежуточной деятельности между тренировкой и воспроизведением, роль физиологических особенностей субъекта и т. д. Другая группа, считая само собой разумеющимся процесс сохранения, подвергала изучению *типы* усвоения, способы решений задач, подлежащие усвоению. Здесь исследовались такие процессы, как обусловливание пробы и ошибки, применение прошлого опыта, инсайт и т. д.²

Один из нас (Кречевский) работал преимущественно в последней области, изучая типы усвоения, в то время как другой (Дункер) исследовал другую область — мышление³. Вскоре при обсуждении наших экспериментальных работ, ведущихся раздельно, стало очевидно, что мы оба употребляем очень сходные понятия. Это сходство указало на тесную связь между двумя областями, которую мы сформулировали следующим образом: научение включает в себя усвоение и сохранение. В различных ситуациях научения возможны многие типы ус-

¹ Исследователи этой группы работали в областях, где *усвоение* не означало ничего другого, кроме как понимания инструкций и внимательного рассмотрения «готового материала».

² Различие между усвоением и сохранением не является абсолютноным. Усвоение требует запоминания, которое в свою очередь выступает иногда как разновидность длительного усвоения.

³ Здесь мышление понимается как функциональная сторона решения задач, а не как материальная сторона некоторого вида представления (например, воображения).

воения; в случае решения задач (включая *нахождение решения* субъектом) мы имеем тип усвоения, который называется «мышлением»¹.

Таким образом, обучение, согласно этому простому определению, становится более содержательным понятием, поскольку, во-первых, «мышление» выступает лишь как один из видов усвоения, и, во-вторых, обучение включает в себя процесс сохранения².

На основании сказанного становится понятным, почему исследователи, работающие в двух областях (обучения и мышления), приходят тем не менее к подобным выводам. В своих экспериментах по обучению Кречевский изучал процесс усвоения, протекающий в ситуациях, когда животное сталкивалось с некоторой *задачей*, решение которой нужно было отыскать; иначе говоря, в этих экспериментах использовалась та же ситуация, которая встречалась в опытах Дункера по «продуктивному мышлению» у человека. Более того, основной интерес в обоих случаях представляют «качественные» аспекты решения задачи, т.е. постепенные модификации и изменения в деятельности субъекта, а не эффективность его реакций, выражаемая в единицах времени, проб и ошибок.

Наиболее важным положением, связывающим наши результаты, является следующее: *между моментом, когда организм сталкивается с задачей, и моментом, когда достигается окончательное решение, имеется, как правило, ряд промежуточных стадий, организованных в иерархическом порядке и ведущих от обобщенного успешного решения к более конкретному.*

Анализируя данные, полученные в опытах Кречевского, которые были поставлены для изучения процесса решения задач крысами в различительном ящике, Толмэн и Кречевский [7] предложили следующую схему. Когда животное впервые помещается в проблемную ситуа-

¹ В отличие от тех случаев, когда субъекту дается готовое решение.

² Здесь мы снова хотим подчеркнуть, что такое понимание связи между обучением и мышлением не означает, что внутри процесса мышления обучение не играет никакой роли. Мышление использует предшествующее обучение. Прошлый опыт содержит «материал», который затем «реорганизуется» в процессе мышления.

цию, оно делает сравнительно большое количество всевозможных реакций. Затем внутри огромного диапазона таких беспорядочных реакций появляются одно или несколько чередующихся ограничений. Каждое из них было названо «гипотезой». Процесс научения определяется как *сужение* диапазона беспорядочных реакций до более конкретной гипотезы. Предполагается, далее, что процесс научения состоит из последовательного ряда таких сужений, т.е. от беспорядочных реакций — к некоторой гипотезе, далее, от последней, которая теперь также относится к диапазону беспорядочных реакций, — к более конкретной гипотезе и т.д. Отсюда следует, что научение может включать в себя также и обратный процесс: от данной более конкретной гипотезы животное *возвращается* к беспорядочным реакциям, а от них приходит к другой гипотезе. Когда получена правильная гипотеза, вступают в силу другие факторы. Вначале правильная гипотеза, которая называется теперь «понятийным навыком» (*docile habit*), играет роль эффективного средства достижения данного результата в данной ситуации. По мере повторения этой ситуации и, следовательно, более частого включения понятийного навыка, природа последнего изменяется; эти изменения происходят до тех пор, пока после достаточного числа повторений ответные реакции животного проявляются даже в тех случаях, когда они не выполняют функцию достижения данной цели. На этой стадии такие реакции называются «фиксациями» (Кречевский и Гонзик [4]). Фиксация представляет собой реакцию, которая стала настолько доминирующей, что возвращение к беспорядочным реакциям и последующий переход к новой, более подходящей гипотезе стал относительно трудным. Такие фиксации могут быть обусловлены также эмоциональным шоком (Гамильтон и Кречевский [3]), расстройством центральной нервной системы (Гамильтон и Элиз [2]) и другими факторами.

В качестве примера рассмотрим, как протекает процесс научения у крысы, находящейся в цветоразличительном ящике. Когда животное впервые помещается в этот ящик, оно может вести себя по-разному; но из всевозможных реакций, которые им совершаются, можно выделить четко определенный тип поведения, который мы называем «исследующим». Это поведение с точки

зрения вышеизложенного анализа представляет собой начальную группу беспорядочных реакций. Вскоре, по-прежнему совершая беспорядочные реакции, животное начинает обращать внимание на пространственные характеристики изучаемой обстановки: бегает только по правой или только по левой дорожке. Эту специфическую реакцию мы называем гипотезой. Она может быть отвергнута, и животное начнет пробовать другие гипотезы, пока наконец не будет найдена правильная. На этой стадии мы имеем «понятийный» навык: если экспериментатор изменит значение дорожек, подкрепляя пробегания крысы по темной дорожке (первоначально подкреплялись пробегания по светлой дорожке), то животное после нескольких ошибок уже не станет бегать по светлой дорожке и перейдет на темную. С другой стороны, если такое изменение не будет иметь места и реакция пробегания по светлой дорожке будет подкрепляться большое число раз, то она станет фиксацией, так как если теперь изменить значение дорожек, то животное очень трудно достигает соответствующего изменения своего поведения.

Согласно анализу процесса решения задач, проведенному Дункером [1], первым шагом является обычно выбор того «диапазона», внутри которого затем будет отыскиваться решение. Этот диапазон может характеризоваться некоторым общим свойством правильного решения (гл. I) или заключать в себе общий метод, с помощью которого можно прийти к решению (гл. II).

Внутри этого диапазона вскоре возникают «функциональные решения»; в них определяются требования, которым должно удовлетворять окончательное решение. Функциональные решения имеют следующую типичную форму: «Если получить то-то и то-то, задача будет решена. Как же его найти?» Другими словами, функциональное решение представляет собой не что иное, как специфическую конкретизированную задачу. Если представить себе некоторую задачу как цепь с недостающим звеном, то функциональное решение, как оно определено выше, является решением в том смысле, что оно описывает функциональные свойства недостающего звена; в то же время оно является задачей, поскольку не определяет конкретно это звено. Функциональное решение возникает или в результате определенных выводов, кото-

рые делаются на основе знания о цели (гл. II и III), или путем использования прошлых знаний (гл. V). В общем случае процесс решения задачи может состоять из нескольких «групп» функциональных решений.

Затем наступает окончательное, или «конкретное, решение»; оно возникает в результате *приложения* функционального решения к соответствующим данным. Решение является окончательным, если ничего больше не остается, кроме как получить требуемый результат.

Если предложенное решение окажется неудовлетворительным, субъект возвращается к одному из предыдущих функциональных решений, чтобы отыскать другое окончательное решение, т. е. такое, в котором не было бы допущено ошибки. Эти ретроградные шаги можно назвать «возвратами». Они приводят к другим правильным решениям (гл. I).

Диапазоны и функциональные решения могут фиксироваться, устранивая тем самым возможность принятия других, в равной степени приемлемых диапазонов и функциональных решений. Кроме этих «фиксаций в подходе к решению», имеются также «фиксации контекста» (некоторый элемент становится менее подходящим для решения, если он «принадлежит» к другому контексту; гл. VII), и, наконец, «фиксации структуры» (некоторый элемент «сопротивляется» использованию его в задаче, имеющей противоположное строение, гл. VIII)¹.

Очевидно, что ход мыслей Дункера и Кречевского имеет много общего. Всевозможные беспорядочные реакции, упомянутые Кречевским, соответствуют дункеровскому понятию диапазона; понятие гипотезы у первого соответствует конкретному решению у второго.

¹ Здесь уместно сказать несколько слов об отношении между дункеровским анализом продуктивного мышления и майеровским анализом мышления. Майеровское определение мышления как связывания двух разных событий внутреннего опыта и образования в результате этого новой реакции говорит о том, что оно является процессом, содержащим ряд последовательных стадий. Например, предположение об использовании пищевода в нашем примере является новой комбинацией двух различных идей: 1) где нет здоровых тканей, там нельзя их и разрушить; 2) в пищеводе нет здоровых тканей, следовательно, нужно посыпать луки через пищевод. Эта квазисиллогистическая процедура, в которой Майер видит сущность мышления, является конкретным примером того, что Дункер называет инсайтом.

В одном и другом случаях процесс отыскания решения описывается как иерархическая последовательность операций сужения, или конкретизации. И Кречевский, и Дункер говорят об обратимом процессе и приписывают ему одинаковую роль. Наконец, в обоих случаях рассматривается явление фиксации и его тормозящее влияние на процесс решения задачи.

Однако у Дункера, исключая те вопросы, которые обусловлены большой сложностью решения задач человеком, имеется важное понятие, для которого нет параллели в анализе, проводимом Толмэном и Кречевским. Это понятие функционального решения. Более тщательное рассмотрение этого различия должно, на наш взгляд, привести к некоторому теоретическому разграничению сходных проблемных ситуаций. Кроме своего промежуточного положения между беспорядочными реакциями и гипотезой, функциональное решение характеризуется тем, что в нем содержатся четко определенные условия, которые, будучи применены к данной задаче, обеспечивают ее решение.

Этот аспект функционального решения отличает его от беспорядочных реакций и гипотезы. В основе этого различия, как нам кажется, лежит то, что в экспериментах Дункера решение задачи является смысловым (*meaningful*) решением. Иначе говоря, правильность или неправильность решения *не объявляется произвольно экспериментатором, а следует из общих функциональных связей между элементами действительности в целом*. Это означает следующее: 1) индивид может использовать в данной проблемной ситуации весь свой опыт, накопленный при решении других задач; 2) благодаря общности основных причинных связей между явлениями действительности индивид может справиться с бесчисленным множеством конкретных задач путем «приложения» к ним сравнительно немногих общих правил; 3) все, что есть в окружающей нас действительности и в проблемной ситуации *истинно необходимого* для решения, может быть использовано в задаче благодаря некоторого рода инсайту.

В задачах, предъявляемых Кречевским животным (т.е. в задачах на сенсорное различение), вышеупомянутые закономерные связи были неодинаковы или даже вовсе отсутствовали. Задача различения является, по

существу, произвольной. Поэтому до того, как животное действительно проверит каждое конкретное решение или гипотезу, оно не может знать о том, будут они работать или нет. Конечно, в некоторой степени это справедливо для всех существующих задач, поскольку всегда имеется вероятность, например, ошибиться в количественных подсчетах и т.п. С нашей точки зрения, то, что *невозможно* в произвольных задачах, по крайней мере *возможно* в смысловых, а именно, твердое убеждение без наличного доказательства¹. Это отличие между произвольными и смысловыми задачами делает возможным функциональное решение в последнем случае и невозможным в первом.

ЛИТЕРАТУРА

1. D u n c k e r K., Zur Psychologie des Productiven Denkens, Berlin, Springer, 1935.
2. Hamilton J.A., Ellis W.D., Behavior constancy in rats. «J. genet. Psychol.», 1933, 42, 120-139.
3. Hammilton J.A., Krechevsky J., Studies in the effect of shock upon behavior plasticity in the rat, «J. comp. Psychol.», 1933, 16, 237-253.
4. Krechevsky J., Honzik C.H., Fixation in the rat, «Univ. Calif. Publ. Psychol.», 1932, 6, № 2.
5. Maier N.R.F., Reasoning and learning, «Psychol Rev.», 1931, 38, 332—346.
6. Muenzinger K.F., Vicarious trial and error at a point of choice. I. A general survey of its relation to learning efficiency. (In press).
7. Tolman E.C., Krechevsky J., Means-end-readiness and «hypotheses», «Psychol. Rev.», 1933, 40, 60-70.

¹ Понятно, что так называемые «замещающие пробы и ошибки» (ЗПО), упоминаемые в работах Мюнцингера и Толмэна, должны играть разную роль в решениях двух типов задач. ЗПО характерны для поведения крыс, которые должны сделать выбор между двумя стимулами. Они состоят из реакций осматривания или рыскания в различные стороны. Нам кажется, что животное, обнаруживающее такое поведение, стимулируется определенными признаками ситуации, пытаясь «решить» (своего рода «рефлексия»), подходят они для задачи или нет.

Можно предположить, что в «произвольных» задачах ЗПО полезны только как способ ориентировки и оценки обстоятельств для дальнейших фактических проб. Функциональное значение ЗПО в «смысловых» задачах совершенно иное. В этом случае одни только ЗПО, без фактических проб и ошибок, которые нужны для получения «информации», могут привести к правильному конечному решению.

Прошлый опыт, мышление
и методы обучения

Мышление человека¹

I. О направленности

1. ВВЕДЕНИЕ

Во всех теориях мышления, исключая разве гештальт-психологию, прошлому опыту отводится весьма значительная роль. Если субъект располагает необходимыми знаниями и может воспроизвести их, то мышление должно протекать как-то естественно.

Теории, кладущие в основу мышления умственные «пробы и ошибки», указывают на определенный фактор, который направляет этот процесс. Мышление имеет дело только с такими вещами, которые тем или иным образом связаны с задачей. Задача актуализирует в памяти прошлый опыт, который подвергается умственному рассмотрению до тех пор, пока не будет найдена какая-то «работающая» комбинация. Основной проблемой для этой теории является объяснение, того, почему умственному рассмотрению подлежат лишь те случаи, которые являются подходящими для данной ситуации. То, что решение складывается из соответствующих прошлых знаний, считается само собой разумеющимся.

Такую же фундаментальную роль прошлый опыт играет в теориях абстракции. Определенные прошлые знания актуализируются по принципу сходства после «уяснения» общего элемента. Почему этот элемент уясняется, остается непонятным. Уяснение может иметь место потому, что данный элемент является общим, и индивид, обладающий «проницательностью», видит его (Джемс). Оно может представлять собой узнавание сходства и зависеть от частоты. Другие авторы указывают на важность распознавания различий (Шепард).

¹ N.R.F. Maier, Resoning in humans. I. On direction., «J. Comp. Psychol.», 1930, 10, p. 115—143.

В гештальт-психологии о прошлом опыте не говорится ничего. Конечно, здесь признается, что он дает нам материал, с которым нужно работать, но ему не придается какое-либо важное значение для мышления. Субъект имеет дело только с тем, что ему непосредственно дано. Основной характеристикой мышления является процесс формирования нового гештальта. Вначале имеется один гештальт или нет никакого, затем вдруг из старых элементов формируется новый или какой-либо другой гештальт. Неожиданное появление нового гештальта, т. е. решения, представляет собой процесс мышления. Как и почему он появляется, остается неясным. В мышлении происходит нечто подобное тому, что имеет место в восприятии: определенные элементы, образующие в данный момент одно целое, неожиданно образуют другое целое (Вертгаймер). Это легко показать на примере «фигуры и фона», которые переходят друг в друга (см. обзор Коффки [4]).

Таким образом, в теориях мышления прошлому опыту приписывается неодинаковая роль. Либо считается, что при решении задачи воспроизводятся какие-то конкретные знания, либо признается, что прошлый опыт является общим фоном для решения. Является ли прошлый опыт чем-либо обусловленным и если да, то при каких условиях он играет свою роль в процессе мышления, — эти вопросы в указанных теориях игнорируются. Целью данного исследования является выяснение роли прошлого опыта (если он воспроизводится) в процессе решения задач и изучение тех условий, при которых он дает наибольшую эффективность.

2. ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА

Если субъекту ранее были даны все знания в целом, то, естественно, необходимость в мышлении отпадает. Применение прошлого опыта должно быть новым для индивида. Если бы это было не так, то обучение и привычные реакции ничем не отличались бы от мышления. (В действительности большая часть из наших так называемых мыслительных задач является не более, чем извлечением тех из них, которые остались в памяти.) Для того чтобы выяснить влияние прошлого опыта при решении новой задачи, не обязательно включая ее в бо-

лее сложные процессы, решение было представлено испытуемым разделенным на три части. Все, что должен был сделать субъект для решения задачи,— это правильно перекомбинировать детали и получить, таким образом, то целое, которое и являлось решением. Так, если элементы решения задачи обозначить через *ABC*, то испытуемому давались знания об *A*, *B* и *C*. В этом случае все знания, необходимые для решения, давались испытуемому и ему не нужно было вспоминать их.

Задача *ABC* была конструкторской. Поскольку одна часть опытов проводилась в Институте психологии при Берлинском университете, а другая — в лаборатории психологии при Мичиганском университете, все условия нельзя было повторить в точности. Однако различия в условиях не влияли на выбор правильного решения; они оказывали свое влияние лишь на неверные решения.

План экспериментальной комнаты в Берлинском университете представлен на рис. 1, *A* она имела размеры

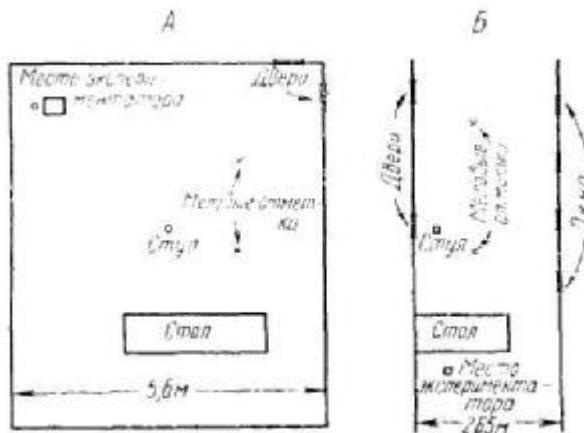


Рис. 1.

$6,5 \times 5,6 \times 2,11$. В ней находился стол, который испытуемым нельзя было передвигать, 2 жерди длиной 1,9 м и сечением 2 см^2 , 2 жерди около 1 м длины, 1 столярный зажим, 2 легких зажима, 2 куска звонкового провода по 2,3 м длины, 8 кусочков свинцовой трубы диаметром 1 см и длиной 5—15 см и несколько кусочков

мела. Весь материал был сложен у стола. Экспериментатор находился в дальнем углу комнаты.

Размеры комнаты в Мичиганском университете приведены на рис. 1,5. Она имела 2,52 м в высоту и 2,65 м в ширину. Жерди равнялись 2,4, 1,4, 1,2 и 1,0 м в длину, а вместо свинцовых трубочек использовались железные болты. В остальном все оставалось неизменным.

После того как испытуемый входил в комнату, ему говорилось, что нужно изготовить некоторую конструкцию, имеющую несколько вариантов, но нас интересует то, как разные люди пытаются ее построить. Трудность будет заключаться в том, что для конструкции не всегда будет хватать желаемого материала, но в этом как раз и заключается интерес. Хорошая, прочная конструкция будет, конечно, считаться наилучшей. В этой задаче нет никаких «ловушек», время не ограничивается. Мы интересовались только качественной стороной дела.

Затем ставилась задача (она разрабатывалась настолько, чтобы испытуемый полностью уяснил се): «Вам нужно изготовить два маятника, один из которых должен проходить через эту точку (показывалась отметка на полу, см. рис. 2), а другой — через эту (показывалась другая отметка). Маятники нужно сделать так, чтобы прикрепленный к ним кусочек мела делал видимую отметку на только что указанной точке пола. Разумеется, вам что-то нужно для того, чтобы подвесить маятники. Об этом вы должны позаботиться сами. Не пытайтесь передвигать стол. В остальном делайте все, что вам будет угодно. Этот материал находится в вашем распоряжении. Стул нельзя использовать для конструкции. Задавайте любые вопросы. Я буду рад помочь вам, однако вы должны будете сказать, что я должен делать». Эти условия повторялись и объяснялись несколько раз, пока испытуемому становилось все ясно.

Три инструкции, в которых содержались разные знания, давались в различных условиях и разным группам испытуемых. Эти условия описаны ниже. Разные по содержанию знания мы обозначим через части *A*, *B* и *C*. *A*. «Если нужно сделать отвес (в случае необходимости объяснялось, что это такое) при отсутствии нужного материала, то можно с помощью этого зажима (показывался легкий зажим) и заостренного предмета, например карандаша, изготовить что-то такое, что од-

новременно служило бы и грузом, и остирем, т. е. обла-
дало бы качествами отвесного грузила. Затем можно
прикрепить шнур или провод к этому предмету и полу-
чить тем самым отвес. Я показал вам, как можно с по-
мощью определенных предметов получить желаемые ка-
чества».

В. «Если вы находитесь в клетке, и хотите взять ба-
нан, который удален настолько, что его не достанет да-
же самая длинная из этих жердей, что вы будете де-
лать? Вероятнее всего, то же, что и обезьяны Кёлера,
которые составляли из двух палок одну, более длинную.
Вы можете легко это сделать с помощью столярного
зажима (показывалось). Таким образом, вы видите,
как можно сделать длинную жердь из двух коротких».

С. «Сейчас я покажу вам, как можно обходиться без
гвоздей и молотка. Если, скажем, вам нужно сделать
экран, то, естественно, вы пожелаете иметь гвозди, что-
бы прикрепить его к стене. Однако, если у вас нет ни
одного гвоздя, можно взять эти две жерди, прислонить
одну из них к стене дверного проема, натянув тем самым
полотно экрана сверху вниз, затем поставить другую
жердь под прямым углом к первой и заклинить ее в
дверной проем. (Это показывалось следующим образом:
одна палка прислонялась к боковой стороне двери, а
другая вклинивалась между центром первой и противопо-
ложной стороной дверного проема, так что в горизон-
talном положении получалась буква «Т».) Таким же
образом можно закрепить другую сторону экрана и на-
тянуть его по бокам. Как видите, мы обошлись без мо-
лотка и гвоздей».

В некоторых случаях испытуемому давались знания,
которые мы называем «направляющими».

Направление. «Я хочу, чтобы вы поняли, насколько
проста эта задача, если бы можно было зацепить маят-
ники за гвозди на потолке. Конечно, не в этом заклю-
чается возможное решение, но мне хотелось бы, чтобы
вы поняли, как упрощается задача, если бы это было
возможно. Но поскольку в данном случае это не так, то
задача, как вы сами видите, довольно сложна». Это за-
мечание сопровождалось показом: провода подтягива-
лись к потолку.

Испытуемыми служили студенты Берлинского уни-
верситета, большинство из которых работали над дис-

сертациями по психологии, физике или химии, и студенты, слушавшие курс экспериментальной психологии в Мичиганском университете. Экспериментатор шутил с испытуемыми, записывал как можно меньше и старался не показывать, что субъект находится в положении тестируемого. Испытуемые быстро входили в задачу, и многие из них потом утверждали, что были сильно увлечены и совсем забыли о присутствии наблюдателя. Такое отношение легче вызывается в тех задачах, где субъект должен оперировать с вещами, чем в тех, где ему дается только бумага и карандаш.

Всего было пять групп испытуемых, каждая из которых решала задачу *ABC*.

Группа 1. Давалась только задача (эта группа была контрольной).

Группа 2. Давались части *A*, *B* и *C*, но испытуемым говорилось, что эти предварительные задачи предназначались только для ознакомления с ситуацией и материалом. Эти части давались в виде отдельных сообщений, и испытуемого просили оценить их. Ему также говорилось, что будет дана задача для решения и после ее окончания нужно будет оценить свое собственное решение. (После показа *A*, *B* и *C* давалась задача.)

Группа 3. Каждому участнику этой группы говорилось: «Я хочу дать вам для решения одну задачу. Вам нужно будет нечто построить (после этого предъявлялась задача). Прежде чем вы начнете решать ее, мне хотелось бы показать три вещи, каждая из которых связана с принципом решения.

Если вы правильно свяжете те идеи, о которых я вам скажу, то вы получите наилучшее решение. Попробуйте использовать те способы, о которых говорилось в трех частях (*A*, *B* и *C*). Я не заставляю вас применять их, но только в этом случае можно получить верное решение. Так что попытайтесь».

Группа 4. Вслед за постановкой задачи давалось «направление» решения (см. выше).

Группа 5. То же, что и группа 3, но, кроме этого, здесь давалось «направление».

Каждому испытуемому давали возможность понять, что задача или любая из инструкций будут повторены, если он забудет их или будет в чем-то сомневаться.

В Берлинском университете была исключена 4-я группа, а в Мичиганском — 1-я и 2-я.

Распределение испытуемых по группам происходило до знакомства с ними. В случае, если испытуемый был знаком с задачей или довольно развит, он не включался в 5-ю группу. Таким образом, 5-я группа не имела преимуществ перед другими.

Каждый опыт проводился индивидуально. Некоторые испытуемые работали в течение 3 час, а те, которые нашли решение,— 5 или 10 мин. Если испытуемый не решил задачу в течение полутора часов, вводились некоторые видоизменения и давались новые указания. При обсуждении таких случаев на них будет указываться особо.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В очень редких случаях решение находилось без дополнительных указаний со стороны экспериментатора.

Они были разными для каждого испытуемого, так что их трудно классифицировать. Считалось, что испытуемый нашел решение только в том случае, если ему не давались дополнительные указания. Различные подходы к решению были расклассифицированы. Были выделены следующие типы:

1. Попытка использовать потолок. Две деревянные жерди соединялись вместе зажимом и вклинивались между полом и потолком. Для того чтобы подвесить маятники, в этом случае нужны были еще две палки. Таким образом, субъект сталкивался с недостатком материала.

2. Жерди связывались вместе одним из кусков провода и заклинивались между стенами комнаты. В Берлинской лаборатории комната была широка, так что здесь требовалось три жерди. Соединение жердей располагалось над двумя точками, через которые должен был проходить маятник, но оно не могло быть закреплено на одном месте. В лаборатории Мичиганского университета для подобной конструкции требовалось две пары жердей.

3. В качестве детали конструкции часто использовался стол. Одна из жердей была достаточно длинна для того, чтобы перекрыть расстояние между двумя отметками для маятников. Однако если эта жердь прикреп-

лялась к столу, то ее длины не хватало, так как стол нельзя было двигать. В этом случае нужно было присоединять к ней еще одну жердь; это приводило к тому, что конструкция была нежесткой.

4. Испытуемые, находившиеся в Берлинской лаборатории, пытались заклинить жерди между столом и противоположной стеной. Однако жерди в таком положении нельзя было закрепить.

5. Одним из общих подходов к решению было сооружение маятника над полом. Для поддержки длинной жерди в горизонтальном положении использовались опора из одной палки, тринод и пересечение палок в виде буквы «Х»; горизонтальная жердь предназначалась для подвешивания маятников. Эти попытки были безуспешными, так как или недоставало материала, или сооружение разваливалось. Если даже обеспечивалось равновесие горизонтальной жерди, то она не могла поддерживать маятники.

6. Одна из коротких жердей вклинивалась между потолком и двумя другими жердями, соединенными защимом; конструкция имела форму «Т». Маятники прикреплялись к концам жерди, касавшейся потолка. Затем

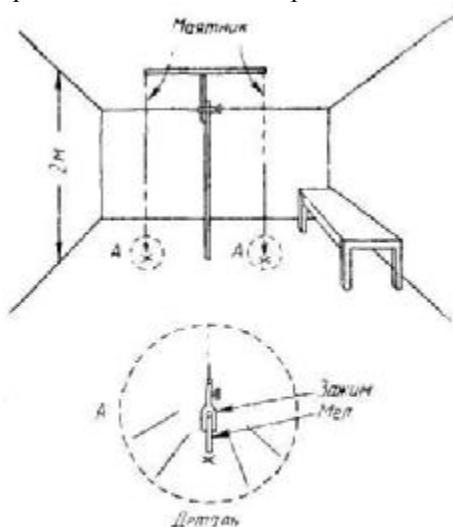


Рис. 2.

кусочки мела за-
креплялись в легких
зажимах, которые
служили грузилами
маятников. Длина
маятников была такой,
что обеспечивалось
касание иола мелками.
Эта конструкция была
очень простой и
устойчивой; она
требовала на одну
жердь меньше, чем
было дано. Все
испытуемые были
довольны этим
решением, независимо
от того, находили ли
они его сами или оно
им показывалось.
Многие

были удивлены своей «глупостью» и не могли объяснить, почему они не дошли до этого решения сами (схема решения приведена на рис. 2).

Типы решений указаны в табл. 1. Часто испытуемые пробовали разные предметы, которые не подходили для

Т а б л и ц а 1

Группа испытуемых	Число испытуем ых	Число решени й 1-го типа	Число решен ий 2-го типа	Число решен ий 3-го типа	Число решен ий 4-го типа	Число решен ий 5-го	Число правил ьных решени й
Берлинский университет:							
1 (только задача)	15 (5)*	1	0	8	3	3	0
2 (части A, B, C)	9 (2)	0	0	6	0	3	0
3 (применение A, B, C,)	18 (7)	0	3	3	6	5	1
5 (A, B, C и направление)	10 (3)	3	0	0	0	3	4
Мичиганский университет:							
3	10 (3)	1	4	3	0	2	0
4 (только ние) 5	10 (2)	0	1	7	0	2	0
	12 (6)	1	4	2	0	1	4

Число в скобках обозначает количество женщин в группе.

решения, но в конце концов их действия представляли собой одну из вариаций описанных выше способов, которая переделывалась и проверялась в течение нескольких часов. Испытуемым всегда давалась возможность работать до тех пор, пока все идеи не будут исчерпаны.

Никаких существенных различий между мужчинами и женщинами не наблюдалось. Однако оговорки были разными. Мужчины говорили, что они решили бы задачу при наличии соответствующего материала; женщины — что они не знакомы с плотнической работой.

В табл. 1 приведены результаты для разных групп как Берлинской лаборатории, так и Мичиганского университета. В ней указаны только общие типы решений.

Из полученных данных становится ясно, что решение находится с полной вероятностью лишь в том случае,

когда даются части (*A*, *B*, *C*) и «направление» решения. Только один из 62 испытуемых группы 1 нашел решение, а в группе 5 — 8 из 22. Следует отметить, что четверо из 14 остальных испытуемых группы 5 пытались использовать потолок и, таким образом, были близки к решению; то же самое пытались сделать лишь 2 из 61 испытуемого остальных четырех групп.

Использование легкого зажима для мелка, которым можно было бы прочерчивать следы на полу, также вызывало определенные трудности. Многие приходили к выводу, что нужно привязать к мелу груз, и тогда он будет рисовать отметки на полу. В качестве таких грузов использовались свинцовые трубки; они прикреплялись после попытки прочертить след с помощью мелка без груза. Соответствующие данные относятся только к немецким испытуемым и представлены в табл. 2.

Таблица 2

Группа испытуемых	Число испытуемых	Число использовавших зажим для мелка	Число использовавших свинцовые трубы	Число не использовавших груза для мелка
1	15	3 (вначале использовали свинцовую трубку)	5	4
2	9	1 (вначале использовал свинцовую трубку)	4	2
3	18	(3 вначале использовали свинцовую трубку)	4	2
5	10	3 (вначале использовали свинцовую трубку)	0	2

Можно сделать вывод, что часть *A* использовалась очень широко даже в том случае, когда «направление» не давалось. Она является менее полным элементом решения, чем части *B* и *C*. Функция отвеса может рассматриваться по-разному независимо от маятника. Таким образом, часть *A* представляет собой не совсем то же *A*, которое является элементом решения. С точки зрения теории «идентичных элементов» он должен был переноситься хуже, чем *B* или *C*. Однако мы видим, что

он используется наиболее часто. Можно было бы добавить также, что части *B* и *C* вместе определяют ту конструкцию, в которую должно входить *A*. Последнее теряет свою идентичность в целостной конструкции не так, как это делают *B* и *C*. Решение можно было бы рассматривать как сумму $BC + A$. Однако если решение разбито на составляющие его элементы *B* и *C*, то они представляют собой то же, что и части *B* и *C* соответственно.

Часть *A* использовалась в группах 1 и 2 не так успешно, как в группе 3. Возможно, это объясняется тем, что зажимы уже применялись для других целей к тому времени, когда возникла необходимость в маятнике. В группе 3 все части так или иначе должны были использоваться, так что если бы было известно о том, что нужно будет еще применить часть *A*, то зажимы были бы оставлены как раз для этого случая.

«Направление» давалось 8 из 10 испытуемых группы 3 (Мичиганский университет), после того как они не добились успеха в решении задачи (группе 3 давались части *A*, *B* и *C* с указаниями использовать их при решении).

Почти сразу же вслед за этим 2 испытуемых нашли решение; 2 других возвратились к одному из своих старых способов, но после повторения «направления» решение было найдено. Остальные 4 испытуемых, казалось, не получили никакой пользы из указаний «направления».

Для того чтобы читатель лучше понял, как происходил процесс решения задач нашими испытуемыми и как в случае неудач давались дополнительные указания, помогающие найти решение, мы приводим подробное описание двух типичных случаев.

Испытуемая 14 из группы 3 Мичиганского университета

Начинает работать после того, как были даны части *A*, *B* и *C*.

Измеряет ширину комнаты.

Измеряет расстояние от стола до меловых отметок на полу. Говорит: «Я не понимаю, к чему здесь подходит то, о чем вы говорили в связи с дверным проемом»

(ссылается на часть *B*). Соединяет с помощью зажима длинную и короткую жерди, вклинивает их между двумя стенами. Пытается представить себе, как то же самое можно было бы сделать в другом месте, но при каждой попытке оказывается, что для этого нужно больше материала. Снова разъединяет жерди.

Пробует использовать стол: кладет на него один конец жерди, а другой поддерживает сама. Стоит и думает. Снова хочет использовать стены. Говорит, что она не понимает, как можно сделать маятник из того материала, который имеется в ее распоряжении. (Ей говорилось раньше, что это возможно.)

Пытается найти способы использования комнатной двери (которая находится приблизительно посередине между меловыми отметками на полу). Снова измеряет расстояние между стенами, пытается найти более узкие места.

Измеряет расстояние до потолка и предлагает соединить зажимом две жерди, вклинив их между полом и потолком. «Если бы это можно было сделать в двух местах, то оставалось бы только натянуть провод между двумя стойками и подвесить к нему маятники». Видит, что для этого недостаточно материала. Снова берется за стол и стены. Теряет интерес к задаче.

В конце первого часа дается направление.

Оно не вносит каких-либо изменений в ее способы действия. Она выслушала его и согласилась, что в этом случае задача была бы легкой.

Затем ей напоминалось, что она сделала уже две вещи, которые вместе могли бы привести к решению. Она удивилась и спросила, что имелось в виду.

Ее попросили использовать часть *C*, в которой говорилось, что одна жердь должна касаться потолка; было сказано также, что ее мысль о заклинивании жердей между потолком и полом верна и что теперь необходимо знать, как можно закрепить палку без применения гвоздей.

Это не навело ее на мысль. Через некоторое время она попыталась упереть жердь между потолком и стеной; эта конструкция, разумеется, была неустойчивой и не могла быть закреплена.

Затем ее попросили вспомнить, как мы обходились без гвоздей раньше. Это только смущило ее.

После этого помощник экспериментатора поднес жердь к потолку, поддерживая ее пальцем посередине.

Она не показывала признаков того, что нашла решение.

Помощник сказал: «Смотрите, она держится».

Она внимательно смотрела, потом быстро взяла одну из жердей, поставив ее на место пальца помощника. Затем удлинила жердь так, чтобы она достала до пола.

Правильное решение.

*Испытуемый 26 из группы 4
Мичиганского университета*

Начал измерять расстояние между стенами, пробуя различные соединения жердей.

Построил посередине пола трипод из жердей и держит его. Снова пробует использовать стены. Соединяет зажимом две короткие жерди; они слишком коротки, и он старается вклинить между ними небольшой болт, чтобы удлинить их на несколько недостающих дюймов. Вскоре отказывается от этого. Он не пытается использовать потолок, так как в этом случае нужна была бы еще одна жердь. Пытается снова зажать болт с жердями между стенами, и через некоторое время ему удается закрепить их.

Затем он сказал, что ему нужен зажим, чтобы сделать то же самое для второй отметки на полу. Когда ему напомнили о легких зажимах, он сказал, что оставил их для маятника.

Пытается представить, как связать вместе две жерди и в то же время оставить провод для маятника. Пробует несколько вариантов. Наконец говорит, что он не уверен в своей способности решить задачу.

Через некоторое время складывает все жерди на полу одна около другой и сравнивает их по длине. После этого вновь испытывается несколько вариантов поперек комнаты.

Далее пытается установить пару жердей посреди пола, опирая их одна о другую. Затем он изменяет этот вариант, опирая основания жердей в стены.

После того как все возможности были исчерпаны, дается направление.

Он возвращается к тому, что было сделано перед этим, но, вместо того чтобы опереть жерди друг на дру-

га, упирая их основания в стены, прикладывает еще одну жердь к концу другой.

Затем снова пытается зажать жерди между стенами, как это делалось вначале.

Ему сказали: «Мы ведь показывали вам, как можно было бы использовать потолок, обходясь при этом без гвоздей».

Некоторое время думает и пытается понять, как эту идею применить для использования стен.

Затем ему сказали: «До сих пор вы руководствовались неправильной идеей. Оставьте ее, она не приведет вас к удовлетворительному решению».

После этого он поставил короткую жердь на пол, а на вершину ее положил горизонтально длинную жердь. Затем пытался эту же длинную жердь опереть на трипод, поддерживая все жерди рукой.

Помощник сказал ему, что идея об использовании стен была бы подходящей, если бы потолок и пол были бы стенами; указывалось также, что нужно строже применять то, о чем говорилось раньше в трех частях (*A*, *B* и *C*).

Пробовал зажать короткую жердь между потолком и стеной с помощью длинной жерди.

Пытался закрепить длинную жердь между полом и потолком, удлиняя ее болтом; однако этого было недостаточно.

Его попросили продолжать решение, отказавшись от использования стен.

Соединил с помощью зажима длинную и короткую жерди, закрепив их между полом и потолком; не может представить себе, как обеспечить опору для другого маятника.

Дается указание о более строгом использовании трех частей.

Думает.

Сказал, что длинная жердь должна располагаться горизонтально, а к ней должны быть подвешены маятники.

Никаких действий. Стоит, думает.

Помощник спрашивает его о содержании части *C*. Испытуемый отвечает, и его просят использовать ее. Испытуемый сказал, что ему не нужны стены. Помощник сказал, что он просил использовать вместо стен пол

и потолок. Испытуемый: «Это навело меня на мысль». После этого он решил задачу.

Таким образом становится ясным, что если «направление» дается после того, как у субъекта уже сложились какие-то представления о решении, то оно оказывается менее эффективным, чем когда оно дается вначале. Едва ли вызовет сомнение то, что прошлый опыт без «направления» является беспомощным. Нельзя также считать, что само по себе направление способствует отысканию решения. Прошлый опыт имеет важное значение, но лишь при определенных условиях.

Другая сторона значения «направления» обнаружилась в иной задаче. Ее решали 13 испытуемых из числа студентов Берлинского университета.

Задача состояла в том, чтобы в центре комнаты установить вертикальный шест длиной 1,8 м. Он должен был стоять так прочно, чтобы не падать от легких колебаний.

Материалом служили 3 жерди сечением 2 см^2 и длиной 1,8, 1,2 и 0,6 м соответственно, столярный зажим, 2 колодки. Высота комнаты равнялась 2 м.

Решение было очень простым, если соединить две жерди с помощью зажима и заклинить их между полом и потолком.

Большинство испытуемых пытались или сделать трипод, используя для него одну из длинных жердей, или прикрепить к длинной жерди опорные планки. Все эти попытки были неудачными, так как у испытуемого был только один зажим. Некоторые испытуемые пробовали подложить под длинную жердь колодки; в этом случае можно было бы закрепить жердь, уперев ее в потолок. Однако размеры жерди и колодок были такими, что они не давали возможности это сделать. Эти испытуемые находились на верном пути к решению, т. е. имели правильное «направление». Те, кто пытался прикрепить к жерди опорные планки или построить трипод, шли совсем по другому пути, и можно сказать, что они имели ложное «направление». Ни один из испытуемых правильно не решил задачу без дополнительных указаний.

После отказа от дальнейшего решения испытуемого просили сесть на стул и, не вставая с него, достать коробку спичек, находившуюся на расстоянии 2,5 м. После непродолжительного раздумья каждый из испытуемых

соединял две жерди с помощью зажима и доставал этим длинным шестом коробку спичек. Некоторые из них ссылались на опыты Кёлера с обезьянами, которые поступали аналогичным образом.

После этого их просили возвратиться к задаче. Каждый испытуемый чувствовал, что ему «помогли», что он был испытуемым в другой задаче такого же типа.

Два человека, которые пытались применить колодки (идя, таким образом, в правильном «направлении»), решили задачу немедленно после того, как им была оказана помощь. Один из них даже не закончил задачу с доставанием спичек.

Двое других испытуемых переходили от одного типа решения, который был связан с правильным направлением, к другому, «направление» которого было ложным. Они также решили задачу после оказания помощи.

Девять остальных испытуемых продолжали решать задачу, идя в ложном «направлении». Ни один из них не сделал вывода из вспомогательной задачи. Обычно они говорили: «Я не вижу никакой связи», или: «Здесь нет ничего нового», или: «Не знаю, что здесь можно предложить». После этого они снова возвращались к задаче, пытаясь обновить свои действия, усовершенствовать то, что было сделано ими раньше.

То же самое было обнаружено при решении других задач; но в этих опытах использовалось лишь несколько испытуемых, а задачи описать здесь очень трудно. Если взять все задачи вместе, то окажется, что десять испытуемых имели правильное «направление», и все они решили задачу после оказания «помощи». Двое переходили от правильного «направления» к ложному и также решили задачу после оказания «помощи». Пятнадцать испытуемых имели ложное «направление», и ни один из них не решил задачу после «помощи». Шесть испытуемых шли в «направлении», которое нельзя назвать ни правильным, ни ложным. Трое из них после оказания «помощи» решили задачу, а трое остальных не решили.

«Направленность» мышления проявляется также в стремлении некоторых людей придерживаться одного определенного способа решения задачи. Всего в Германии мы испытывали 9 задач, в связи с которыми давались самые различные вспомогательные задачи.

Чтобы описать полученные результаты, нужно было бы рассматривать каждый случай отдельно; это потребовало бы много времени и места. Поэтому здесь лишь отметим, что после оказания помощи испытуемые, возвращаясь к задаче, пытались усовершенствовать свои старые идеи. Если давалась вспомогательная задача, то ее решение использовалось в соответствии с ранее доминирующей идеей. Приведем несколько примеров.

Испытуемый 4 решал задачу с укреплением шеста. После предъявления ему других вспомогательных задач его попросили стать на стул. Так как потолок комнаты был низким, то нужно было нагнуть голову, чтобы, выпрямляясь на стуле, не удариться ею о потолок. Эта «помощь» была направлена на то, чтобы указать на значение потолка для решения основной задачи. Некоторые испытуемые извлекли из нее пользу, но данный испытуемый усмотрел в ней нечто совсем другое. Стул был устроен так, что на каждую его ручку нужно было стать ногой, чтобы, стоя на нем, не провалиться. Возвращаясь к основной задаче, испытуемый 4 расставил жерди так, как он расставлял ноги, стоя на стуле (это было подтверждено и в отчете испытуемого). Еще до оказания «помощи» он пытался прикрепить к длинной жерди опорные ножки.

В той же задаче испытуемой была дана вспомогательная задача: достать спички, сидя на стуле. Она сказала: «Д я думала, что вы не разрешали использовать стул». Она пыталась найти что-то такое, чем можно было бы стыковать жерди. До этого она хотела использовать для той же цели стул.

В 9-й задаче нужно было задуть несколько свечей, стоя на определенном расстоянии от них. Это можно было сделать с помощью соединения свинцовых и резиновых трубочек в длинную трубку длиной около 4 футов; ее нужно было прикрепить к длинной жерди и таким образом, задувать свечи. Испытуемым давалась следующая «помощь»: вода переливалась из одного сосуда в другой посредством соединения трубок. Здесь внушилась идея о соединении трубок. Вместо того чтобы извлечь соответствующий вывод, некоторые испытуемые решили, что нужно погасить свечи водой; один из них решил, что содержимое сосуда нужно вылить на свечу и таким образом погасить пламя.

Другая испытуемая пыталась задуть пламя через короткое соединение трубок, поддерживая его вытянутой рукой. Ей была оказана «помощь»: нужно было, сидя на стуле, подвесить к гвоздю на потолке кусочек веревки, используя для этого жердь. Вместо идеи об использовании жерди эта «помощь» внушила ей идею об использовании веревки. Она была употреблена для связывания трубок в мостах их соединения; этим устранилась утечка воздуха. Испытуемая заметила при этом, что она не может дуть с большой силой. Она сильно устала, вдувая ВОЗДУХ в короткое соединение, и теперь хотела использовать веревку, чтобы избежать излишней затраты воздуха. Ее задача заключалась не в том, чтобы удлинить трубку, а в том, чтобы послать через нее больше воздуха. Спустя некоторое время ей предложили сигарету. Она тоже поняла это как намек и начала дуть на сигарету через трубку. Когда ей снова предложили переливать иоду из одного сосуда в другой, она хотела сделать это с помощью трубок.

В примечании к табл. 2 упомянуто два случая, в которых легкие зажимы использовались не в качестве груза и не для закрепления мелка, а, как обычно, для соединения двух предметов. Когда нужны были грузы, применялись свинцовые трубы.

1. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из приведенных данных становится ясно, что присутствие в сознании необходимых знаний еще не является достаточным для решения определенных задач. Прежде чем элементы смогут объединиться в единое целое, т. е. в решение задачи, необходимо действие другого фактора. Мы называем его «направленностью». Последняя представляет собой не что иное, как подход к задаче; «направленность» зависит от того, с какой стороны рассматривается задача или какой вопрос в ней выделяется. Прошлый опыт оказывается полезным только в том случае, если он помогает преодолеть выделенную в задаче трудность. Давая испытуемому «направление», мы хотели, чтобы он посмотрел на задачу с определенной точки зрения.

Может возникнуть следующее возражение: испытуемому давалось не «направление», а просто сообщался

четвертый элемент, так что успешное решение овало обусловлено большим количеством элементов или знаний. Однако ясно, что если бы решение было обусловлено четвертым элементом, то остальные три элемента также должны были бы иметь определенную пользу. Кроме того, то, что мы называем «направлением», нельзя найти в решении задачи путем какого-либо анализа, с помощью которого находятся элементы *A*, *B* и *C*.

«Направленность» можно было бы рассматривать как иное выражение понятия «умственной идеи». Однако это понятие в теориях мышления разработано слабо. К тому же «умственная идея» часто объясняется скорее со структурной точки зрения, чем с динамической.

В теориях «проб и ошибок» имеется понятие «сходства», с помощью которого объясняется отбор адекватных знаний из прошлого опыта. Таким образом, здесь признается, что решение задачи не является делом случайной комбинации. Однако в данном исследовании отбор и сходство не играют никакой роли, поскольку знания, необходимые для решения, были заранее даны испытуемому вместе с задачей.

Ах [1] и другие представители Вюрцбургской школы выдвинули понятие «детерминирующей тенденции». Последняя дается стимулирующей ситуацией. «Детерминирующая тенденция», в том смысле, в каком она обычно употребляется, отличается от «направленности».

Во-первых, «детерминирующая тенденция» выполняет функцию отбора знаний. Если задача заключается в том, чтобы связать целое с частью, то стимулирующее слово «предложение» может вызвать реакцию в виде слова «параграф». Задача ограничивает диапазон возможных реакций. В применении к решению задач «детерминирующая тенденция» является тем понятием, которое объясняет нам, почему отбирается именно этот прошлый опыт, а не другой. Это хорошо описано в работе Дьюи «Как мы мыслим?». Так, если нам нужно попасть из одной части Нью-Йорка в другую, причем наше время ограничено, мы могли бы использовать троллейбусы, метро, автобусы и такси. Имеющееся в нашем распоряжении время, исходный пункт и расстояние до места назначения определяют, какой вид транспорта нам нужно использовать. Однако ни одна из этих возможностей, связанных со средствами передвижения,

не является для нас новой. Мы лишь должны выбрать наилучший способ достижения цели. В такого рода решениях отсутствуют какие бы то ни было новообразования.

Во-вторых, эксперименты с «детерминирующей тенденцией» относятся к тому типу экспериментов, в которых нужно в ответ на предъявленное слово назвать другое, ассоциированное с ним. Поэтому применение этого понятия ограничено качественными особенностями ситуации. Пока не будет доказано, что ассоциация и мышление в принципе являются одним и тем же процессом, едва ли можно считать, что понятие «детерминирующей тенденции» и «направленности» совпадают.

В-третьих, если считать, что понятие «детерминирующей тенденции» применимо к тому типу мыслительных задач, о которых шла речь в данном исследовании, то необходимо признать, что она представляет собой не что иное, как постановку или формулирование задачи. Очевидно, что постановка задачи отличается от того, что мы называем «направленностью».

Зельц [7] в своей «теории комплексов» развивает понятие «детерминирующей тенденции», превращая ее в тенденцию завершения или заполнения комплекса. Он описывает (стр. 118), как происходит процесс постепенного завершения. Так, если нам дана инструкция отвечать словом, которое начинается буквами «Мел...», то мы проходим через следующие шесть стадий:

1. Сознательная постановка цели.
2. Детерминация на воспроизведение.
3. Детерминация на воспроизведение некоторого комплекса.
4. Детерминация на воспроизведение словесного комплекса.
5. Детерминация на воспроизведение слова, содержащего «Мел...»
6. Детерминация на воспроизведение слова, начинаящегося с «Мел...»

Таким образом, оказывается, что существует тенденция, которая вначале является очень общей, а затем она все более и более конкретизируется.

Эта тенденция по своей природе является избирательной. В другой своей работе Зельц [8] говорит о действии, содержание которого сводится к выбору подхо-

дящих ассоциаций и отбрасыванию тех, которые не подходят (стр. 50).

В одной из своих сводных работ Зельц [9] хорошо описывает процесс возникновения этой избирательной функции. На стр. 14 он говорит о том, как стимулирующее слово и инструкции образуют комплекс, который полностью завершается тогда, когда находится ответное слово. Неполный комплекс стремится к завершению; в этом процессе выбирается только то слово, которое имеет соответствующую связь с данным словом, причем эта связь определяется инструкцией. На стр. 17 Зельц отмечает, что пустота в комплексе заполняется промежуточным термином. Таким образом, незавершенный комплекс состоит из цели, исходной точки данной задачи и связи каждого из этих элементов с неизвестным промежуточным членом. В процессе решения происходит антиципация промежуточного члена. Комплекс, когда он уже завершен, является новым образованием, если он впервые включает в себя некоторый промежуточный член. Последний, однако, берется из ранее известных ситуаций и связывается с одним из старых элементов комплекса так же, как он связывается в новом комплексе. Прошлый опыт играет важную роль в отыскании промежуточного члена; создается впечатление, что успешное отыскание промежуточного члена для нового комплекса обусловлено «идентичными элементами».

Придя к этому выводу на основании своих экспериментов с ассоциативными реакциями, когда испытуемому давалось стимулирующее слово и указание связать целое с частью. Зельц переходит далее к объяснению природы продуктивного мышления. Он рассказывает, как Дарвин нашел искомый промежуточный член, читая Мальтуса, и таким образом завершил свой комплекс теорией «естественног отбора». Он должен был, однако, заметить, что в теории естественного отбора найденный промежуточный член имеет другие связи с элементами комплекса, чем в теории народонаселения. Мысление Дарвина не зависело от чтения книги Мальтуса; он выбрал из нее определенную зависимость, основываясь на понимании некоторой новой связи. Мальтус считал, что перенаселение вызовет крах; Дарвин же понимал, что не все должно быть уничтожено; погибать должны только неприспособленные. То, что Дарвин

затмствовал у Мальтуса, представляло собой не просто ассоциативную связь, а нечто большее. Другими словами, Дарвин не выбирал что-то из своего прошлого опыта, а превзошел этот опыт.

В ассоциативном эксперименте такого «преодоления» прошлого опыта не происходит, поэтому Зельц не может применить данные, полученные им в связи с репродуктивным мышлением, к процессам продуктивного мышления, не сведя вначале задачи, с которыми имел дело Дарвин, к задачам, которые решались испытуемыми. То, то Зельц рассматривает скорее репродуктивное, чем продуктивное, мышление, подтверждается его сравнением мышления с избирательностью, которая имеет место при усвоении навыка (стр. 18). Бессспорно, что в нашем исследовании многие испытуемые мыслили скорее репродуктивно, чем продуктивно. Прикрепление опорных ножек к жерди, разумеется, связано с репродуктивным мышлением. Однако если бы правильное решение основывалось только на избирательности, то оно было бы самым легким, потому что во многих случаях нужные тля него элементы уже были выбраны.

Другим доказательством того, что Зельц не применял понятия, называемого нами «направленностью», является рассмотрение им ошибочных реакции [8]. Он показал, что ошибки (см. стр. 50 и дальше), допускаемые его испытуемыми, зависят от неправильного или неполного понимания ими инструкций или стимулов; от незнания класса, к которому принадлежит стимул; от выступления на передний план более сильной ассоциации. Ошибки происходят также тогда, когда испытуемые пытаются реагировать с максимальной скоростью. Легко видеть, что ни одна из приведенных причин ошибок не похожа на те ошибки, которые мы считаем обусловленными ложной «направленностью». Если ошибки вызваны отсутствием полного понимания задачи или недостатком необходимых знаний, то их едва ли следует считать ошибками. В данном исследовании мы старались сделать все, чтобы устранить ошибки, вызванные непониманием задачи. Если вопреки этому они все же появлялись, то такие результаты не учитывались, так как допускающий их субъект решал не ту же самую задачу, с которой имел дело правильно решивший. Несудача в решении задачи была обусловлена в основном

тем, что испытуемый подходил к задаче не с той стороны, с которой нужно было это делать. Существуют разные «направления», которые можно взять, исходя из одной и той же точки. Наиболее успешное «направление» ведет к решению. Неудачные «направления» можно рассматривать как ошибки.

Когда мы пытаемся решить задачу, то стараемся сделать это с определенной точки зрения. Иначе говоря, мы усматриваем определенную трудность в чем-то конкретном.

В первой из описанных выше задач решение зависит от создания такой конструкции, к которой можно было бы подвесить маятники. Наличие стола может вызвать мысль об использовании его в качестве элемента такой конструкции. Поскольку стол двигать нельзя, следующий шаг заключается в том, чтобы найти какой-то способ построения сооружения, опирающегося на стол. Если, однако, эта идея окажется неработающей, то сама собой может возникнуть мысль о замене стола чем-то другим. Для субъекта, которому давалось «направление» (см. выше), в качестве такой замены служит длинная жердь, достающая до потолка. С этого времени задача состоит в том, чтобы выяснить, «как можно подвесить маятники к потолку, не имея для этого гвоздей». Части *B* и *C* вместе дают знания, необходимые для ответа на этот вопрос. Однако в них ничего не говорится о замене стола, так что если субъекту необходимо именно такое знание, то части *B* и *C* оказываются бесполезными. Использование тех участков стен, которые находятся на уровне стола, представляет собой попытку осуществить необходимую замену.

Прошлый опыт помогает решению задачи только в том случае, если он соответствует «направленности» или данному подходу человека к задаче. В других случаях прошлый опыт, воспроизведенный по памяти или данный заранее, никак не помогает задаче; его нужно преодолеть, чтобы взять правильное «направление».

С другой стороны, часть *A* соответствует всевозможным «направлениям». Таким образом, можно ожидать, что в группе 3 она будет использоваться с полным успехом.

И здесь мы видим некоторые «пробы и ошибки», но общая идея, по-видимому, обусловлена «направлением»;

обычно правильная комбинация находится внезапно, она не возникает вследствие «проб и ошибок». Последние представляют собой попытки применить привычный опыт (сформировавшийся при решении подобных задач) к новой ситуации. (Промежуточный член у Зельца как раз берется из прошлого опыта.) Поскольку этот опыт оказывается неадекватным, возникают «пробы и ошибки». Они имеют место, когда решение отыскивается в некоторых пределах, связанных с некоторым «направлением», и когда в результате не возникает какая-либо подходящая комбинация. Если правильное «направление» является привычным, то решение задачи так или иначе находится, по даже в этом случае необходимо опознать случайную комбинацию как решение задачи. (Обезьяны Кёлера соединяли две палки случайно, но здесь важно было то, что такая комбинация палок принималась за решение задачи.) Однако если правильное «направление» не является одним из привычных, то пробы осуществляются в пределах ложного «направления» и имеет место большое количество ошибок.

Вертгаймер [11] отмечает, что в продуктивном мышлении формируются новообразования. Элементы группируются по-новому, и в результате неожиданно возникает решение. Он отмечает, что эти новообразования складываются по определенным законам, которые зависят от внутреннего содержания задачи. По-видимому, «направленность» играет важную роль в определении того, какое сочетание элементов может возникнуть.

Как это происходит, сказать трудно, но можно предположить, что «направленность» представляет собой некоторого рода напряженное поле, в котором возможно формирование лишь определенных сочетаний элементов. Понятие напряженного поля отнюдь не является мистическим. Точно так же, как рефлексы, нервные процессы могут облегчаться или затормаживаться, состояние сознания может быть описано как доминирование определенных нервных процессов. Последние являются не более мистическими, чем цепные рефлексы. Облегчение или торможение этих нервных процессов может происходить либо так же, как в случае рефлексов, либо по-другому. Механизмы облегчения или торможения рефлексов остаются еще далеко не ясными; тем более неопределенными являются наши знания о соответствую-

ющих механизмах нервных процессов. Шепард и Фогельзонгер [10] показали, что понятие «ассоциативных образов» лучше объясняет факты ассоциации и торможения, чем старое понятие о простом связывании событий. Они убедительно развенчали теорию «дренажа» и предложили теорию «образов», не обращаясь при этом к мистицизму.

Коканда [6] изучала различные трудности, которые встречают студенты при заполнении словами пропусков в предложении. Пропуски были приблизительно такого типа: «Я не могу купить себе книгу, потому что у меня нет...». Наиболее трудными были пропуски такого типа: «Плита стала очень горячей... у меня было мало угля».

Она выделила два основных типа пропусков.

1. «Пропуски, которые образуют малую часть малого комплекса, на основании которого происходит заполнение».

2. «Пропуски, заполнение которых зависит от первого и второго комплексов, а вставляемое слово должно быть таким, чтобы образовался гармоничный комплекс».

С точки зрения «направленности» в первом типе имеется только одно «направление», во втором — два неодинаковых «направления», которые должны быть приведены в соответствие друг с другом. Предложение: «Плита стала очень горячей» — ведет нас в одном направлении, а предложение: «У меня мало угля» — в другом. Если взять эти два предложения сами по себе, т. е. в их обычном, привычном для нас смысле, то они будут противоречивыми. Здесь необходимо изменить смысл, чтобы привести в соответствие два «направления», образовав одно, отличающееся от них «направление». Если пропуск заполнить словом «хотя», соответствие и изменение смысла станут очевидными. Я не понимаю, каким образом это слово могло бы актуализироваться благодаря ассоциативным связям. Наоборот, ассоциативные связи еще больше затруднили бы задачу. Чем же объяснить неожиданное изменение смысла предложений? Причиной этого могло бы быть предположение о том, что печь была очень хорошая; оно и привело к новому «направлению» и изменению смысла.

Готтшальдт [2] показал, что опознание элемента в структуре, содержащей этот элемент, не зависит от прошлого опыта, т. е. от числа раз, в которые этот эле-

мент раньше появлялся. По крайней мере 500 экспозиций элемента не облегчили его опознавания как части целого, в которое он входил.

В другой работе Готтшальдт [3] показал, что опознавание зависит от так называемой «ожидаемости». Так, если элементы *a* и *b* экспонируются по очереди около 3 раз каждый и если затем после экспозиции *a* следует экспозиция не *b*, а более крупного комплекса, элементом которого является *b*, то этот элемент узнается.

Таким образом, эксперименты по восприятию показывают, что опознавание элемента внутри целого не зависит от прошлого опыта. Скорее оно зависит от складывающегося «направления».

В прошлом опыте у нас формируются определенные привычки или точки зрения на предметы. Мы часто пропускаем очевидные решения из-за того, что пытаемся решить задачу обычным способом (который часто связан с ложным «направлением»).

Эти привычные способы реагирования на ситуацию Коффка [5] называет «скрытой установкой». Если человек действует при решении одних задач определенным образом, то точно так же он будет действовать при других задачах, хотя этот способ действия в данном случае оказывается бесполезным. Существует «перенос» установки с одной задачи на другую, которая после нее следует. Так, если после ответа на вопрос, содержащий двусмысличное слово, человеку задать вопрос с однозначным значением слов, то ответ на него будет затруднителен, так как человеку кажется, что здесь есть какая-то уловка. В эксперименте на свободные ассоциации может сложиться тенденция отвечать на стимулирующие слова синонимами, и эта тенденция будет проявляться в других реакциях.

Зенер в своих предварительных экспериментах, проведенных в Институте психологии при Берлинском университете (1927), приучал испытуемых решать определенные типы задач одинаковым способом. После этого давалась проверочная задача. Оказалось, что простое и очевидное решение этой задачи обычно пропускалось, так как у испытуемых сложился определенный подход к задаче. Контрольные испытуемые решили задачу обычным и простым способом.

Понятие «скрытая установка», введенное Коффкой,

соответствует нашему «направлению»; однако мы не считаем, что «направленность» должна вырабатываться вначале. Она присутствует всегда, но прошлый опыт, соответствующий данной задаче, является основным фактором, определяющим, какое «направление» будет сформировано.

Примером того, как изменение «направленности», а не отдельные элементы знаний помогает решению, являются некоторые задачи.

Дано девять точек, через которые нужно провести четыре прямые, соединяющие все точки. Карандаш нельзя

отрывать от бумаги, и ни одна линия не должна прочерчиваться дважды.

Решение показано на рис. 3. Эта задача является трудной потому, что все попытки делаются в пределах площади квадрата, образованного точками. Возможность выйти за эти пределы сразу обнаруживается сама собой.

Если не ограничивать себя площадью внутри квадрата, то откроется масса возможностей для решения.

Нужно изменить точку зрения на задачу, и решение станет возможным.

Опять-таки мы можем попросить человека составить четыре равносторонних треугольника из шести спичек, так чтобы сторона каждого треугольника равнялась длине спички. Эту задачу решить невозможно до тех пор, пока не станет ясно, что необходимо использовать не два, а три измерения пространства.

Итак, указания могут быть двух видов: 1) они являются элементами, которые заполняют недостающее звено в структуре, характеризующейся правильным «направлением», уже имеющимся у субъекта; 2) они изменяют «направленность», если имеющееся «направление» ложно. Одно и то же вспомогательное указание может по-разному влиять на изменение «направленности» в зависимости от того, какой элемент в нем подчеркивается.

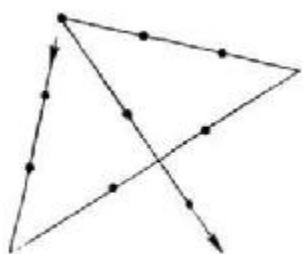


Рис. 3.

В этой работе не ставилась цель объяснить целостный процесс мышления. Мы рассмотрели только один из факторов этого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ach N., Über die Willenstätigkeit u. das Denken, 1925.
2. Gottschaldt K., Über den einfluss der Erfahrung auf die Wahrnebung von Figuren, «Psychol. Forsch.», 8, 1926.
3. Gottschaldt K., Über den Einfluss der Erfahrung auf die Wahrnehmung von Figuren. II, «Psychol. Forsch.», 12, 1929.
4. Koffka K., Perception: Introduction to the Gestalt-Theorie, «Psych. Bull.», 1922, p. 531.
5. Koffka K., Über Latente Einstellung. Bericht fiber den IV. Kongress fur exper., «Psychol. in Innsbruck», 1910.
6. Koka n da M., Psychologische Analyse des Erganzungs-testes, «Psychotechnische Zeitsch.», 4, 1926, S. 409.
7. Seiz O., Über die Gesetze des geordneten Denkverlaufs, 1913.
8. Seiz O., Zur Psychologie des Produktiven Denkens u. des Irrtums, 1922.
9. Seiz O., Die Gesetze der Produktiven u. Reproduktiven Geistestätigkeit, 1924 (Kurzgefasste Darstellung).
10. Shepard J.F., Fogelsonger H.M., Studies in association and inhibition, «Psych. Rev.», 1913.
11. Wertheimer M., Über Schlussprozesse in Produktiven Denken. Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie, 1925.

II. Процесс решения задач и особенности его осознания¹

ВВЕДЕНИЕ

В предыдущей работе [5] было показано, что прошлый опыт не является достаточным для объяснения того, как находится решение задачи. Оказалось, что для решения необходим некоторый организующий принцип, который был назван нами «направленностью». В данном исследовании делается попытка ответить на следующие вопросы: а) как формируется решение: вырастает ли оно из некоторого ядра или появляется как завершенное целое; б) что осознается индивидом перед тем, как он найдет решение; в) помогает ли осознание других факторов отысканию решения.

¹ N.R.F. Maier, Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness, «J. Comp. Psychol.», 1931, 12, p. 181 — 194.

Методика и ход эксперимента

Каждому испытуемому, работавшему индивидуально, предъявлялась задача, имеющая несколько решений. Все решения, за исключением одного, были вполне очевидны. Объектом исследования было как раз трудное решение, так как оно было новым для субъекта и основывалось на прошлом опыте. Однако простые решения не исключались из эксперимента. Когда находилось одно решение, испытуемого просили найти другое. Таким образом, более легкие решения служили в качестве: а) способов, направленных на то, чтобы подбодрить испытуемых; б) периодов, в течение которых происходило приспособливание к условиям эксперимента; в) способов постановки задачи, исключавших ограничение свободы действий субъекта.

Эксперименты проводились в большой комнате, в которой находилось много разных предметов: жердей, хомутиков, зажимов, плоскогубцев, длинных веревок, столов и стульев. Веревки были подвешены к потолку; одна из них достигала пола. Одна веревка была ближе к стене, а другая находилась в центре комнаты. Испытуемому говорилось: «Вам нужно связать вместе концы этих двух веревок». Вскоре он обнаруживал, что, если взять в руку одну веревку, достать другую будет невозможно. Далее, испытуемому говорилось, что он может делать или использовать все, что ему будет угодно. Эксперимент начинался включением часов, которые не были видны испытуемому.

Когда находилось одно решение, испытуемому говорили: «Теперь попробуйте другой способ». Если он пытался повторить видоизмененный первый способ, то говорилось, что вторая попытка не отличается от предыдущей. Вскоре он уяснял, что нужно придерживаться другого принципа решения. Когда находилось трудное (тестовое) решение, эксперимент заканчивался. Если оно не находилось, а испытуемый говорил, что он не видит никаких других возможных путей решения, то ему давались вспомогательные указания.

После окончания эксперимента испытуемых просили рассказать, каким образом они пришли к своей последней попытке и что они думали перед решением. После свободного отчета задавались специальные вопросы. Во

время эксперимента, когда испытуемый бездействовал, его спрашивали, о чем он думает. Если же он что-то делал, то необходимость в таких вопросах отпадала.

Типы решений были следующими:

Решение 1. Одна веревка привязывалась к большому предмету (например, стулу) и закреплялась на некотором расстоянии от другой, которая в свою очередь рукой подтягивалась к первой.

Решение 2. Одна веревка удлинялась (с помощью той, которая находилась среди других предметов), а другая подтягивалась рукой.

Решение 3. Держа одну веревку в руке, испытуемый доставал другую с помощью жерди.

Решение 4. К веревке, находящейся в центре комнаты, подвешивался груз, который затем приводился в движение, таким образом получался маятник. Другая веревка подтягивалась ближе к центру, а первая ловилась рукой. Решение этого типа было объектом данного исследования.

В случае, когда последнее решение не находилось, и испытуемый, проработав в течение 10 мин., готов был отказаться от дальнейших попыток, давались вспомогательные указания.

Указание 1. Экспериментатор ходил по комнате и, проходя мимо той веревки, которая висела в центре комнаты, несколько раз покачивал ее. Это делалось так, чтобы испытуемый не знал, что ему дается подсказка. Экспериментатор лишь направлялся к окну и проходил мимо веревки. Он следил, попадало ли колебание веревки в поле зрения испытуемого. Если испытуемый смотрел в другом направлении, то подсказка повторялась.

Указание 2. Если первое указание не оказывало эффекта в течение нескольких минут, испытуемому давалась пара плоскогубцев и говорилось: «С помощью именно этих, а не каких-либо других предметов можно найти иной способ решения задачи».

Если второе указание не приводило к отысканию решения, то повторялось первое. Если и это не помогало, то испытуемому показывалось решение.

Испытуемыми были студенты Чикагского университета. Для основной части эксперимента был взят 61 человек. Кроме того, для выяснения некоторых вопросов

брались дополнительные испытуемые, на что в дальнейшем будет указываться специально.

Результаты

С точки зрения процесса решения задач испытуемых можно разбить на следующие три группы:

I. Испытуемые, решившие задачу без вспомогательных указаний; их было 24 (39,3%).

II. Решившие задачу после указаний; число их равнялось 23 (37,7%).

III. Испытуемые, которые не нашли четвертого решения после вспомогательных указаний; их было 14 (23%).

Наиболее интересны данные, полученные на испытуемых II группы. Каким образом испытуемые группы I пришли к 4-му решению, можно было узнать только на основании их отчетов. Группа III не решила задачу и поэтому не имеет прямого отношения к нашему анализу. Что касается группы II, то здесь можно посмотреть, как воздействовали на испытуемых вспомогательные указания.

Результаты для испытуемых группы II представлены в табл. 1.

В некоторых случаях идея решения возникала сразу, и испытуемый делал маятник. В других идея о колебании веревки возникала независимо от мысли о привязывании груза. Такие испытуемые бросали предметы, пытаясь попасть по веревке. Они хотели, например, чтобы «подул ветер» и т. д. Несколько позже они приходили к мысли об использовании груза. В 9-й колонке табл. 1 буква «Ц» означает, что 4-е решение задачи сложилось сразу, а буква «Ч» — что оно складывалось по частям.

В 10-й колонке «Да» означает, что в своем отчете испытуемый упоминал о том, что 1-е указание помогло ему найти решение. Если такого упоминания в свободном отчете и при ответе на вопросы не было, то это обозначается словом «Нет».

Из табл. 1 следует, что у 16 испытуемых решение складывалось сразу, а у 7 — по частям. Можно заметить, что только один из этих 16 испытуемых (№ 38) сообщил в своем отчете о вспомогательном значении 1-го указания. Он отметил, что колебание веревки было замечено им, и это натолкнуло его на решение. Он был

Таблица 1

Испытуемые, решившие задачу после вспомогательных указаний

1-я колонка указывает на номер и пол каждого испытуемого, 2-я — типы решений, принятых до 1-го указания; 3-я — время (мин. и сек.) отыскания последнего 1-й этих решений; 4-я, 5-я и 6-я — время, когда давалось другое вспомогательное указание; 7-я — время отыскания 4-го решения; 8-я — время между вспомогательным указанием и отысканием 4-го решения; 9-я указывает, как позвалось решение; 10-м (Ц) или по частям (Ч): 10 я указывает на то, сообщил ли испытуемый в своем отчете о значении 1-й подсказки для отыскания 4-го решения.

Испытуемый	Предшествующие решения		Время, мин., 2-е указание	сек.	4-е указание	Время от после днного указа	Как	Сообщение о 1-м
1	2	3	5	6	7	8	9	10
5М	1, 3, 2	6,00	13,00			13,35	35	Ц Нет
8М	1, 2	2, 4, 5	13,30			14,10	40	»
10М	1, 3	4, 3, 0	10,00			10,15	45	»
14Ж	1, 3	3,30	10,00			11,00	60	» Да
18М	2, 1, 3	8,30	12,40			13,10	30	» Нет
19Ж	3, 1	7, 4, 0	11,30			12,00	30	»
25Ж	1, 2, 3	9,25	16,00			18,00	120	» Да
30Ж	1, 2	5, 0, 0	10,30	13,30	19,00	19,10	40	П Нет
31М	1, 3, 2	6, 3, 0	11,30			12,00	30	»
32Ж	1, 2, 3	13, 4, 0	15,00	17,20		18,00	40	»
35М	1, 3	5, 3, 0	10,10	12,50	14,00	14,30	30	» Да
38М	1, 2	4, 0, 0	10,00			10,20	20	»
40Ж	3, 1	5, 0, 5	10,30			10,50	20	» Нет
42Ж	2, 1	4, 50	10,15			10,30	15	»
43Ж	1, 2	5,40	10, 30			13,00	150	» Да
44Ж	1, 2, 3	8,00	15,00			15,15	15	»
45М	1, 3, 2	5,30	12,50			13,50	60	» Нет
47Ж	1	3,45	9, 15			9,40	25	»
48М	1, 3, 2	5,00	10,00	16,15	18,10	18,30	20	»
51М	1, 3	5,00	11,00			11,25	25	»
54Ж	1, 2	6,10	11,10			12,00	50	» Да
59Ж	1, 2, 3	8,20	14,45			15,10	25	» Нет
60Ж	1, 3	6,30	12,00			12,40	40	»
Среднее		6,07	11,47				42	
Среднее отклонение		1,42	1,37				20,3	

уверен, что колебание лишь привлекло его внимание, но не вызвало у него сознательного представления о маятнике.

Другие 15 испытуемых ничего не упоминали о колебании веревки. Когда их специально спросили, видели они его или нет, они сказали, что экспериментатор находился близко от веревки и, вероятно, действительно мог ее задеть, но они не обратили на это внимания. Они

настаивали на том, что если даже 1-е указание помогло им найти решение, то это, безусловно, происходило бессознательно. Испытуемым казалось, что 1-е указание — хорошее вспомогательное средство, но в то время они не обратили на него внимания. Остальные утверждали, что их решение не зависело от 1-го указания. Они говорили, что даже не заметили колебания веревки.

Из семи испытуемых, которые приходили к решению постепенно, шесть (№ 14, 25, 35, 43, 44 и 54) сказали о том, что колебание веревки заставило подумать их о том, как его усилить. Седьмая испытуемая (№ 40) сказала, что она с самого начала имела в виду идею о колебании маятника. Если это действительно было так, то 1-е указание не могло оказать ей никакой помощи.

Таким образом, у испытуемых группы II можно выделить два типа приобретения опыта: а) когда решение складывается сразу; б) когда оно возникает в две стадии. Для типа I характерно, что испытуемые не говорят о вспомогательном значении колебания веревки, за исключением одного случая. Для типа II характерно обратное явление и тоже с одним исключением. Если внимательно рассмотреть эти исключения, то окажется, что они не противоречат общим выводам.

Отсутствие сообщения о вспомогательном значении указания при типе I решения можно объяснить тремя возможными причинами.

1. 1-е указание на самом деле не помогло этим испытуемым отыскать решение. Все, что им нужно было, -- это дополнительное время.

2. По тем или иным причинам испытуемые не хотели признать, что 1-е указание помогло им.

3. 1-е указание не сознавалось, потому что неожиданно найденное решение было доминирующим в сознании.

Для того чтобы проверить первую возможную причину, мы сравнили этих испытуемых с 55 другими, которым было дано столько времени для решения, сколько они пожелали. Минимальное время, которое нужно было использовать до окончания работы, равнялось 30 мин. Okазалось, что 80% решивших задачу справились с ней (т. е. нашли 4-е решение) в течение 10 мин. Только 20% решили ее больше чем за 10 мин. Поскольку 1-е указание давалось через 10 мин. после начала работы над задачей и 49% испытуемых решили ее после этого ука-

зания, эффективность его едва ли может подвергаться сомнению. Мы ожидали, что если 1-е указание будет бесполезным, то число решивших будет меньше 20%, так как испытуемым групп I и II оно давалось больше чем через 10 мин.

Другим основанием считать, что 1-е указание было эффективным, является то, что решение было найдено в среднем в течение 42 сек. после «подсказки».

Вторая причина является маловероятной по следующим основаниям:

1. Для определения того, какая «подсказка» окажет большую помощь в отыскании 4-го решения, проверялось два указания. Одно из них состояло в том, чтобы привести веревку в движение. Другое заключалось в подергивании груза, привязанного к концу нити; внимание испытуемого специально обращалось на это указание как на возможную помощь в отыскании решения. Оказалось, что первая «подсказка» гораздо более эффективна, чем вторая, несмотря на то что она специально не обозначалась именно как «подсказка». Когда небольшой группе испытуемых (ни один из которых не знал, что ему оказывается помощь) давались оба указания, трое из них решили задачу, причем все они при знали, что «подергивание» груза помогло им. Однако ни один из решивших не сказал ничего о колебании веревки. Подергивание груза совершалось несколькими минутами раньше, чем колебание веревки, однако решение было найдено только после колебания. Таким образом, испытуемые приписали вспомогательное значение не той «подсказке», которой оно было свойственно.

2. Второе указание встречалось в 4 случаях (табл. 1); ссылки на него имеют место в 3 случаях.

3. Испытуемые, которые нашли решение в дна этапа, ссылались на вспомогательное значение 1-го указания.

Наиболее приемлемой является третья причина, т. е. что 1-е указание сыграло важную роль в отыскании решения, хотя это и не осознавалось в том случае, когда оно приходило сразу. Данные, подтверждающие это, будут приведены после рассмотрения остальных результатов эксперимента.

При анализе отчетов испытуемых группы I мы не находим ничего такого, что помогло бы нам объяснить, как складывалось решение об использовании принципа

маятника. Почти все испытуемые удивлялись, когда их просили рассказать, как им пришла в голову мысль о маятнике. Один из испытуемых сказал: «Я представлял себе ситуацию, когда нужно было перепрыгнуть через речку. Я рисовал в воображении обезьян, прыгающих по деревьям. Эта картина возникла одновременно с решением. Мысль пришла сразу».

Отчеты испытуемых группы II, которые не ссылались на 1-е указание, очень сходны с отчетами группы I. В целом они показывают, что решение появлялось сразу, так что его формирование не могло быть замечено. Обычно оно сравнивалось с другими ситуациями, однако никогда нельзя было сказать, усматривалось ли это сходство после решения задачи или воспроизведенная ситуация помогала решить задачу.

Судя по отчетам испытуемых, их мышление протекало в виде «проб и ошибок»; они говорили, что вначале думали об одном и тут же проверяли свою мысль, затем — о другом и т. д. Таким образом, решение, использующее принцип маятника, было просто одним из элементов, которые воспроизводились в памяти.

Из испытуемых группы III и тех испытуемых группы II, которым давалось 2-е указание (вручались плоскогубцы), только один использовал плоскогубцы в качестве груза. Трое других смогли сделать это лишь после повторения 1-го указания.

Отчеты в течение эксперимента и после него показали, что существует явная тенденция представлять себе видоизменения предыдущих решений. Например, испытуемые не могли сами избавиться от идеи о закреплении одной или другой веревки и применяли ее как могли, лишь бы что-то сделать. Такая тенденция наиболее выражена у испытуемых, которые встретились с большой трудностью отыскания решения.

Когда испытуемым, не решившим задачу, показывалось решение, они сразу же замечали, что оба указания делались для них; но они не могли понять, почему не заметили этого раньше. Они говорили, что не так глупы, как это кажется по их действиям.

Полученные результаты можно подытожить в виде следующих пунктов:

1. Обычно решение находится сразу, как целостная мысль.

2. Существует тенденция к повторению вариаций предыдущих решений.

3. В тех случаях, когда необходимы вспомогательные указания, то указание, которое связано с решением, не осознается, за исключением случаев, когда решение складывается постепенно.

4. Отчеты испытуемых на первый взгляд строятся в соответствии с теорией «проб и ошибок», однако последующее обсуждение покажет, что объективные данные нельзя интерпретировать с этой точки зрения.

Обсуждение результатов

В одной из предыдущих работ [5] было показано, что способ решения задачи субъектом (его «направленность») зависит от того, какая трудность задачи будет им выделена. В задачах данного исследования можно было выделить следующие трудности:

1. Как можно, доставая одну из веревок, закрепить другую веревку, чтобы она оставалась в центре комнаты? Ответом на этот вопрос является 1-е решение.

2. Что нужно сделать, чтобы удлинить веревку? Этому вопросу соответствует 2-е решение.

3. Что можно сделать, чтобы увеличить досягаемость веревки? В этом случае применимо 3-е решение.

4. Поскольку нельзя достать до одной веревки, если держать в руках другую, нужно, чтобы одна из них каким-то образом передвигалась в направлении другой. Здесь возможно 4-е решение.

В решениях первых трех типов необходима активность со стороны субъекта: он должен использовать некоторый инструмент и в дальнейшем заставить что-то действовать. Вынудить веревку «что-то делать» является довольно необычным решением, но именно на этом принципе основывается наиболее творческий подход.

Другая трудность решения, связанного с принципом маятника, заключается в том, что веревка должна быть переделана во что-то другое. Ее нужно представить как маятник, а не как веревку, свисающую с потолка. Это изменение значения является главным источником затруднения (см. работу Вертгаймера [7]).

Колебание веревки (1-я «подсказка») оказывает решающему существенную помощь, так как веревка, находясь

дящаяся в движении, больше напоминает о маятнике. Таким образом, переход от веревки к маятнику частично обусловлен первым вспомогательным указанием. Предъявление испытуемому плоскогубцам не оказывает никакого эффекта, если на них смотреть только как на плоскогубцы. Если же их рассматривать как груз, то их польза сразу же становится очевидной. (Тот факт, что испытуемые стремились рассматривать плоскогубцы как плоскогубцы, подтверждается поведением испытуемых и их отчетами.) Колеблющаяся веревка вместе с предметом, который может рассматриваться как груз, облегчает переход к маятнику гораздо в большей степени, чем без такого предмета. Эти две «подсказки» содержат элементы, которые делают принцип маятника более доступным, подобно тому как несколько точек сильнее способствуют возникновению образа окружности, чем только три точки.

Характеристика мышления как процесса, который связан с изменениями в организации материала и его значений, встречается также в гештальт-психологии [3]. Эти изменения усматриваются внезапно. Они особенно хорошо выступают при решении наших задач¹.

Если представлять себе решение задачи как внезапную комбинацию и организацию элементов, то нельзя удивляться тому, что неизвестным является как раз то, что соответствует этой комбинации. Прежде чем будет найдено решение, существует дисгармония. Решающий не может сразу заметить связь между предметами, находящимися в комнате, и решением задачи. Следующим шагом является некоторая мысль о решении. Стадия «преобразования» или «перехода» не осознается в мышлении иначе, чем обратная перспектива. Новая организация материала происходит мгновенно. Она становится доминирующей в сознании и оттесняет все, что ей предшествовало.

Если же решение формируется постепенно, как это имело место у некоторых наших испытуемых, то процесс

¹ Задачи, используемые в данной работе, хорошо подходили для наших целей, поскольку: а) решение предполагало только одно преобразование значений, я не несколько; б) необходима была физическая активность со стороны субъекта, что давало возможность прямо наблюдать его намерения.

мышления развертывается иначе. Результаты показали, что в этом случае происходит преувеличение вспомогательного указания (1-я «подсказка»), т. е. испытуемые стремятся усилить колебание веревки. Однако замена легких колебаний сильными не связана с существенным изменением значения, так что эта идея характеризуется неполнотой. Правда, субъект близко подошел к принципу маятника; но решение должно предполагать, что веревка качается сама по себе, а не в результате, например, ветра и т. п.

Поскольку «колебательная» стадия решения предшествовала некоторое время идее о применении груза, она осознается. Решение не поглощает ее, как это имеет место в случаях, когда оно формируется сразу. Эта переходная стадия служит соединительным мостом между восприятием висящей веревки и мыслью о маятнике.

Отсюда становится ясным, что кабинетные рассуждения или эксперименты, опирающиеся полностью на интроспективные данные, никогда не могут дать нам полной картины процесса мышления. (Выводы Вюрцбургской школы, а также работы Зельца [6] и Линдворского [4] вызывают сомнение, поскольку они основаны главным образом на интроспективном отчете испытуемых.)

Когда решение появляется сразу целиком, сам фактор, обусловивший его, может быть недоступным для сознания. Какие условия ответственны за новую организацию материала, об этом можно узнать только с помощью объективного метода. В наших задачах веревка приводилась в движение иногда самими испытуемыми. Однако нельзя определить, как часто эти случайные движения способствовали отысканию решения; вполне возможно, что очень часто. Это подтверждается чрезвычайно важной ролью случая в решении задач. Однако здесь мы имеем «пробы и ошибки» совсем иного рода. Случайное колебание должно вызвать организацию других элементов, чтобы можно было построить маятник. Способность создавать новые комбинации элементов зависит от индивидуальных особенностей. Хорошим примером случайных решений этого типа являются кёлеровские обезьяны [2], которые случайно соединяли две палки и использовали их для того, чтобы достать банан.

Поскольку интроспективные отчеты согласуются с теорией мысленных «проб и ошибок», источники этой теории находят свое объяснение, тогда как мышление остается необъясненным. Отчеты наших испытуемых не проливают света на природу мышления. В то же время это делают объективные данные, хотя они по некоторым существенным пунктам не согласуются с интроспективными отчетами. Едва ли подлежит сомнению, что следует считаться в первую очередь с объективными данными, а не с субъективными представлениями.

Далее, умственные «пробы и ошибки» едва ли следует считать объясняющим принципом. Объяснению должно подлежать то, как и почему определенные мысли возникают в сознании. После осознания идеи основной процесс заканчивается. Принцип ассоциации (в обычном смысле) может объяснить, почему воспроизводятся некоторые идеи, но он не может объяснить появление других, например оригинальных, идей. Если данная задача похожа на ту, которая решалась раньше, то решение может быть найдено по принципу сходства. Если оно работает, то такое объяснение удовлетворительно. Если же решение, найденное на основе сходства, не работает, то оно мешает отысканию правильного решения. В одной из работ автора [5] было показано, как прошлый опыт способствует появлению интерферирующих привычек.

Решение задачи, которая отличается от встречавшейся ранее, но построена на том же самом принципе, не может быть объяснено понятием сходства, так как это сходство отсутствует до тех пор, пока оба решения не станут известными. Если решение таких задач объясняется понятием сходства, то такое объяснение представляет собою чистую спекуляцию. Дункер [1] не обнаружил никакого переноса, когда решения подобны, а задачи разные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duncker K., A qualitative study of productive thinking. «Ped. Sem. and J. Genet. Psychol.», 1926. XXXIII, p. 642-708. 2. Kohler W., The Mentality of Apes. 1925.
3. Kohler W., Chap. 8. Psychologies of 1925.
4. Lindworsky J., Das Schlussfolgende Denken. 1916.

5. Maier N.R.F., Reasoning in humans. I. On direction, «J. Comp. Psychol.», 1930, 10, 115—143.
6. Seiz O., Über die Gesetze des geordneten Denkverlaufs, 1913.
7. Wertheimer M., Über Schlussprozesse im produktiven Denken. Drei Abh. zur Gestalttheorie, 1925.

III. Природа равнозначных стимулов и механизмы мышления¹

ВВЕДЕНИЕ

Понятие равнозначных стимулов, разработанное Клювером [3], сыграло важную роль для углубления нашего понимания проблем, связанных с восприятием; еще большую роль это понятие может сыграть для изучения процессов мышления, о чем можно судить по работам Холстеда [2], Штрауса и Вернера [14], Майер и Шнейрла [13] показали, что механизмы, обусловливающие равнозначность стимулов, адекватно объясняют явления переноса навыков и абстрактного поведения, которые обнаруживаются в экспериментах над животными, стоящими ниже человека. Если в очередной ситуации имеются свойства, на которые животное научилось реагировать в предыдущей ситуации, то эта очередная ситуация может вызвать заученные реакции.

Предположим, что животное научилось выбирать белую карточку с черным кругом, имеющим диаметр 15 см, когда она сопровождается подобной карточкой с кругом, имеющим диаметр 7,5 см. Если оно реагирует на свойство «больше», то это заставит его выбрать карточку с диаметром 15 см, а не карточку с диаметром 7,5 см: если же оно реагирует на данную величину круга, то будет выбираться карточка с кругом 15 см независимо от того, что будет ее сопровождать. Однако из двух тестируемых карточек животное может научиться выбирать более темную из них. В этом случае будет выбираться карточка с большим кругом, так как она темнее, но этот выбор будет соответствовать тому, который де-

¹ N.R.F. Maier, Reasoning in humans. III. The mechanisms of equivalent stimuli and of reasoning, «J. exp. Psychol.», 1945, 35, № 5, p. 349—360.

лялся на основе величины. Реакции на яркость и величину можно было бы различить с помощью черных карточек, имеющих белые круги диаметром 15 и 7,5 см. В этом случае реакция на величину обусловила бы выбор карточки с кругом диаметром 15 см, а реакция на яркость — выбор карточки с кругом диаметром 7,5 см. Тесты аналогичного типа показывают, как содержание, заученное животным в первой ситуации, влияет на реакции при новой паре карточек. Если мы хотим, чтобы животное делало свой выбор на основе либо величины, либо яркости, либо какого-нибудь другого свойства, то мы должны быть уверены, что процесс тренировки протекает в заданном направлении. Для этой цели недостаточно только провести тренировку и фиксировать правильные реакции [11].

Возможно, что такое толкование переноса навыка подходит также для объяснения процессов, связанных с решением задач и имеющих гораздо более сложную природу, чем случайные пробы и ошибки. В этом случае мышление становится пустым понятием, поскольку оно обычно используется для обозначения одного из особых механизмов решения задач. Решит или не решит человек данную задачу, зависело бы от того, что было заучено им раньше, а не от его способности применять ранее заученное к новым ситуациям. Разные люди в одном и том же процессе обучения заучивают различный материал; именно это, а не различие в способностях мышления определяет их успех при решении последующих проблемных ситуаций. Для обеспечения правильного решения задачи необходимо было бы так организовать обучение, чтобы заучивались те свойства будущих ситуаций, которые равнозначны свойствам тренировочных ситуаций.

С другой стороны, если определять мышление как способность комбинирования отдельных знаний в целях преодоления некоторой трудности, возникающей в новой проблеме [4; 5; 6; 7], то станет ясно, что прошлые знания могут перестраиваться и изменяться. Если это так, то отсюда следует, что под влиянием некоторой проблемной ситуации прошлый опыт изменяется и его функции перестают быть фиксированными. С этой точки зрения успешность мышления не ограничивается тем, что мы заучивали раньше, она зависит от того, в

какой степени прошлый опыт оказывается податливым для видоизменения и перестройки.

Так, если в задаче требуется, чтобы пара плоскогубцев использовалась в качестве груза для маятников, то в применении к процессам решения задач понятие равнозначности означало бы, что мы должны реагировать на весовые качества плоскогубцев так же, как и на остальные их свойства. С точки зрения определения мышления, выдвигаемого автором, указанное требование означает, что если даже индивид никогда раньше не реагировал на весовые качества плоскогубцев, то они стали бы очевидными для него под влиянием проблемной ситуации. В этом случае изменение, обусловленное мышлением, привело бы к образованию нового ряда равнозначных стимулов, так что многие предметы, обладающие весом, стали бы равнозначными. Однако в этом примере равнозначные стимулы являются продуктом мышления, а не его механизмом.

Нет сомнений в том, что равнозначные реакции являются адекватными для решения некоторых задач; решения этого типа могут рассматриваться как результаты репродуктивного мышления. Возникает вопрос, можно ли свести к этому типу все типы решения задач или, кроме этого, в процессе мышления образуются продуктивные решения? С помощью прямого эксперимента ответить на этот вопрос нелегко. К нему нужно подойти обходным путем. Мы предположили, что если решение задач основывается на равнозначности стимулов, то заученное содержание не изменяется после окончания периода обучения; однако заучиваемое содержание может изменяться во время обучения. Другими словами, память о предметах остается относительно неизменной, тогда как восприятие их может изменяться в том смысле, что, рассматривая предмет, мы замечаем в нем новый аспект и реагируем на него. Если это предположение правильно, то из него следует, что в случае, когда задача требует изменения заученного содержания, восприятие (которое обеспечивает возможность переучивания) облегчает решение, а память не облегчает. Далее, неправильное заучивание не приносит никакой пользы, так же как и отсутствие заучивания вообще.

Ход эксперимента

Для выяснения относительной роли восприятия и памяти при решении задач мы разделили испытуемых на три группы, в каждой из которых было 13 мужчин и 12 женщин студентов-психологов. Испытуемые работали индивидуально; каждого из них просили сохранять содержание эксперимента в тайне. Эксперимент был организован следующим образом.

Группа I. Каждому испытуемому говорилось, что нужно подвесить пару канатов к потолку, не разрушая его. Для этого нужно было сделать небольшое сооружение. С помощью экспериментатора оно было сделано так, как показано на рис. 1. Здесь видно, что жердь, к кото-

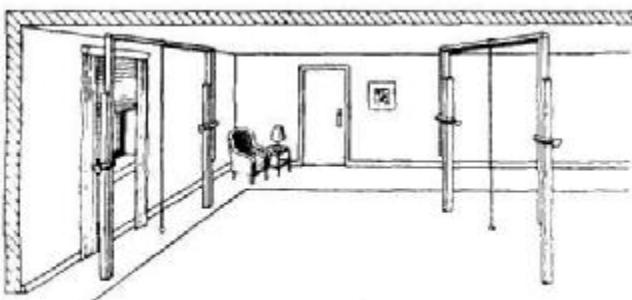


Рис. 1.

рой прикрепляется канат, поддерживается двумя более короткими жердями, соединенными зажимом. После окончания изготовления этой конструкции испытуемого просили связать вместе оба каната. Поскольку расстояние между канатами было слишком велико, чтобы достать их одновременно, испытуемый сталкивался с новой задачей. Она использовалась в предыдущих работах автора [9, 10]. Решение заключалось в том, чтобы из одного каната сделать маятник, привязав к нему груз.

Поскольку эта задача служила для того, чтобы у испытуемого сложился предварительный опыт, ему давалось достаточное время, чтобы разобраться в ней; кроме того, ему давались советы, так что решение находилось в течение 10 мин. После этого испытуемому говорилось, что эта задача предназначалась лишь для

того, чтобы он ознакомился с ситуацией, и что теперь ему будет предъявлена другая задача, которую нужно решить самостоятельно. При этом маятники, построенные в предыдущей задаче, не разрушались и постоянно находились в поле зрения испытуемого.

Испытуемый отводился в другой конец комнаты, где ему нужно было в указанном месте сделать вешалку. Она состояла из двух жердей сечением $2,5 \times 5$ см и длиной 182 и 212 см. Жерди соединялись зажимом 7,5 см. Вешалка должна была быть достаточно устойчивой, чтобы она могла выдержать тяжелое пальто и шляпу. Раньше мы обнаружили, что эта задача довольно трудная [10], она представляет собой облегченный вариант задачи, применявшейся в моем первом исследовании по мышлению [8].

Решение заключалось в том, что жерди соединялись вместе с помощью зажима и заклинивались между полом и потолком. Оно показано на рис. 2.

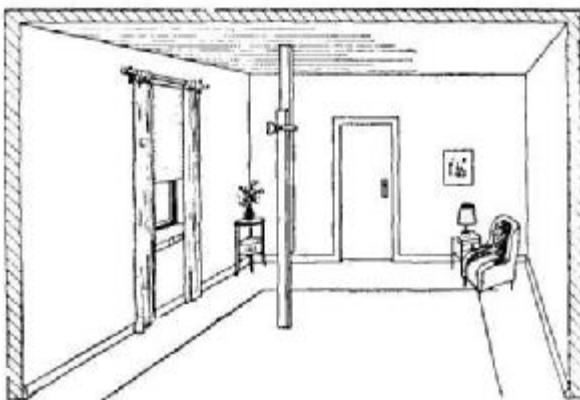


Рис. 2.

Легко заметить, что это решение полностью содержит в себе задачу с маятниками; но если в последней задаче жерди поддерживают планку, прислоненную к потолку, то в задаче с вешалкой потолок поддерживает жерди. Сможет ли испытуемый попять, что потолок поддерживает жердь, в то время когда он видит, что жердь выполняет функцию опоры? Если да, то мы по-

лучаем подтверждение о равнозначности; если нет, то равнозначность ситуаций ставится под вопрос.

Группа II. Экспериментальные условия для решения задачи этой группой отличались от первой тем, что маятники разрушались и материал, из которого они были сделаны, выносился из комнаты. Таким образом, во время решения задачи на сооружение вешалки знания, связанные с предыдущей задачей, сохранялись лишь в памяти испытуемых.

Группа III. По отношению к предыдущим двум группам эта группа была контрольной. Испытуемые не решали предварительной задачи с маятниками и сразу приступали к сооружению вешалки.

Для решения основной задачи каждой группе отводилось 30 мин. Этого времени было вполне достаточно; те испытуемые, которые не решали задачу в течение положенного срока, в большинстве случаев стремились поскорее «отделаться» от неё.

Для дополнительного контроля всех трех экспериментальных групп мы взяли 200 других испытуемых (55 мужчин и 145 женщин); в этом случае порядок условий эксперимента был обратным. Ставилась задача определить, какие проблемы можно устраниć при помощи решения задачи с вешалкой. Испытуемым показывалось, как две жерди можно соединить зажимом и вклиниить их между полом и потолком. Во время показа экспериментатор говорил им, что он выполняет решение к некоторой задаче; они должны были определить, в каких случаях можно было бы использовать это решение. Каждого испытуемого просили записать эти случаи. Время не ограничивалось.

Если в решении задачи с маятниками есть элемент, который равнозначен решению задачи с вешалкой, то испытуемый должен понять, что этот элемент (жерди, соединенные зажимом и заклиненные между полом и потолком) имеет функцию, подобную его назначению в задаче с вешалкой. Конечно, задача с маятниками скрывает то, что потолок поддерживает жерды; поэтому, предъявляя указанный элемент сам по себе, мы влияем на экспериментальные данные в сторону, благоприятную для теории равнозначных стимулов.

Результаты

Поскольку принцип равнозначности предполагает, что функция решения подобна той функции, которая была заучена раньше, мы вначале обсудим результаты последней группы, которой нужно было отыскать возможные случаи применения решения задачи с вешалкой.

Т а б л и ц а 1
Типы функций, приписываемых вешалке

Тип функций	% испытуемых, перечисливших функции		
	мужчины	женщины	в среднем
1. Стойка, распорка, опора и т. д.	80,0	74,5	75,6
2. Измерительное устройство для определения расстояния от пола до потолка	14,3	29,0	21,1
3. Столб, опора для бельевой веревки, приспособление для упора чего-либо	17,1	25,5	23,9
4. Преграда, комнатная перегородка	25,7	17,2	18,9
5. Деталь для скрепления досок	11,4	8,3	8,9
6. Клин	5,7	9,7	8,9
7. Ответы, которые возникли из группового обсуждения (стыкование, устройство для натяжения каната и т. д.)	8,6	6,9	7,2
8. Ограничение части пространства	5,7	4,1	4,4
9. То, что вынуждает людей задуматься	18,8	1,3	4,2
10. Для натяжения занавеса, гладжения брюк и т. д.	0	3,8	3,1
11. Закрепление палки	0	2,7	2,2
{12. То, на что можно вешать вещи	8,6	0	1,7}
13. Вешалка для шляпы или пальто	0	8,3	6,6
14. Последние три пункта вместе	8,6	11,0	10,5

Типы ответов представлены в табл. 1. Наиболее распространенным является мнение, что показанное сооружение поддерживает что-то, находящееся сверху. Так, колонны поддерживают здания или потолки, но не наоборот. Функцию поддержки приписали жердям 75,6% состава группы. Все остальные классификации были сделаны меньше чем 27% испытуемых. Функция вешалки была явно представлена в ответах 10,5% испытуемых. К ней

мы отнесли и те ответы, в которых указывалось, что палка поддерживается потолком или что палка может служить опорой, на которую можно вешать вещи (пункты 11, 12 и 13). Из этих данных можно было бы сделать вывод, что поскольку 10,5% испытуемых нашли правильное решение задачи с вешалкой, то именно этот процент людей сможет построить вешалку, опираясь на равнозначный прошлый опыт. Но даже в этом случае они должны обладать необходимыми прошлыми знаниями.

Защищая принцип, согласно которому всякое решение задач обусловлено равнозначностью, некоторые наблюдатели могли бы считать, что даже интерпретация решения как столба (пункт 3) равнозначна его прямому назначению. Если принять эту точку зрения, то окажется, что 23,9% испытуемых решили задачу, опираясь на принцип равнозначности. (Так как все испытуемые, упоминавшие пункты 11, 12 и 13, упоминали также пункт 3, то 23,9% нельзя прямо сложить с 10,5%.) Таким образом, самая благоприятная интерпретация полученных данных позволяет сказать, что для 23,9% испытуемых задача с вешалкой может быть решена путем переноса научения, имевшего место в задаче с маятниками. Если процент решивших будет еще больше, то остается лишь признать, что наше объяснение процесса решения нуждается в дополнении.

Таблица 2

Решение задачи с вешалкой

Группа	Число испытуемых	Число решивших	Немедленно решившие	Решившие с задержкой	Число нерешивших
I. Мужчины	13	13	8	5	0
Женщины	12	5	2	3	7
Всего	25	18	10	8	7
II. Мужчины	13	8	5	3	5
Женщины	12	4	2	2	8
Всего	25	12	7	5	13
[II. Мужчины	13	5	0	5	8
Женщины	12	1	0	1	11
Всего	25	6	0	6	19

Теперь перейдем к результатам, которые были получены при отыскании и построении решения, когда предъявлялась задача. Данные для трех групп испытуемых приводятся в табл. 2.

Как было обнаружено автором раньше [10], при решении данной задачи проявляются существенные различия в показателях для испытуемых разного пола. В каждом группе наибольшее число решений приходится на мужчин. Из 39% испытуемых, которые не решили задачу, было 26 (66,7%) женщин и 13 (33,3%) мужчин.

Рассматривая результаты в целом, мы замечаем, что в группе I, для которой маятники во время решения задачи с вешалкой оставались неразобранными, 18 человек из 25 решили задачу. В группе II, для которой маятник после показа убирался, задачу решили 12 из 25 человек (48%). Наконец, в группе III, которая не имела предварительного опыта, решили только 6 человек из 25 (21%).

Отсюда становится ясно, что 1) знание о маятнике помогает решению задачи с вешалкой и 2) непосредственное восприятие конструкции оказывает более сильное влияние, чем память о ней. Согласуются ли эти факты с теорией переноса решений на основе прошлого опыта или равнозначности стимулов? В контрольном эксперименте равнозначность имела место лишь для 10,5–23,9% испытуемых; если теория равнозначности все же верна, то результаты группы I показывают, что 72% испытуемых нашли такой элемент в задаче с маятниками, который равнозначен вешалке. Явное различие между показателями слишком велико, чтобы его можно было считать случайным; более резонно предположить, что требование построить вешалку вызвало преобразование элемента опоры в задаче с маятниками. Под влиянием проблемной ситуации произошло изменение в восприятии, в результате чего была достигнута равнозначность. С этой точки зрения следует считать, что большее, чем 23,9%, количество испытуемых, осознавших равнозначность, обусловлено изменением воспринимаемых связей, а не одним только переносом опыта с одной ситуации на другую.

Если это объяснение правильно, то из него следует, что при устраниении маятника из поля зрения модификатора

ция его элементов будет затруднена. Для того чтобы элемент «опоры» в маятнике мог помочь более чем 23,9% испытуемых, необходимо изменение в запомнившемся образе маятника. Так как в этих условиях задачу решили 48% испытуемых, то тем самым подтверждается положение об изменениях в памяти, вызванных проблемной ситуацией, хотя эти изменения не так значительны, как в восприятии.

Результаты группы III говорят о том, что или для модификации предыдущих знаний может оказаться полезным некоторое другое содержание прошлого опыта, или же у испытуемых, решивших задачу, были знания о других элементах, равнозначных вешалке. Первая альтернатива соответствует тому, что проблемная ситуация может изменять прошлый опыт, а согласно второй, решение происходит путем переноса. Если считать, что 25% испытуемых группы III построили вешалку на основе своего прошлого опыта, аналогично 10,5 или 23,9% испытуемых контрольного эксперимента, то нужно объяснить также и те трудности, которые связаны с результатами первых двух групп.

Более правильно сказать, что 25% испытуемых могут каким-то образом модифицировать свой неупорядоченный прошлый опыт и таким образом находить решение; еще 23% испытуемых (всего 48%) могут изменять свой прошлый опыт, если к нему прибавляется некоторое запоминаемое содержание; наконец, еще 47% испытуемых (всего 72%) могут осуществлять такие изменения, если к их «фоновым» знаниям присоединяется восприятие.

Правильность этой интерпретации подтверждается временными данными. Если знание о маятнике содержит аспект, который равнозначен соответствующему аспекту искомого решения, то можно ожидать, что решение будет найдено быстро. Если же этот аспект должен выявляться под влиянием проблемной ситуации, то в среднем на решение потребуется больше времени. Поэтому мы разделили решения на немедленные и задержанные. К первой группе относились решения, полученные в течение 5 мин.; этого времени было достаточно для 17 человек. 12 из них правильно решили задачу с первого раза, а остальные 5 - со второго. 19 человек нашли правильное решение через более длительное вре-

мя, которое, однако, не превышало 10 мин.; в нескольких случаях вначале предлагались другие решения.

В группе III было 6 задержанных решений, а в группах I и II — 8 и 5 соответственно. Приблизительно одинаковое число задержанных решений в трех группах может создать впечатление, что немедленные решения полностью обусловлены равнозначностью, а задержанные решения требуют некоторой реорганизации опыта. Однако если взять относительные показатели, то это будет выглядеть иначе. В группе I 8 из 15 испытуемых (53,3%), которые сразу не решили задачу, решили ее через более продолжительное время; в группе II соответствующие показатели равны 5 из 18 (27,8%), в группе III - 6 из 25 (24,0%). Таким образом, наибольшее число задержанных решений имеется в группе I, которая непосредственно воспринимала маятник; группы II и III имеют приблизительно одинаковый процент задержанных решений; испытуемые этих двух групп работали, опираясь на свою память.

Если задержанные решения указывают на модификацию знаний, то можно сказать, что первая группа имела наиболее благоприятную возможность для такой модификации (ввиду восприятия соответствующих элементов).

Таким образом, если считать, что при решении некоторых задач прошлый опыт должен изменяться, то данные, относящиеся 1) к общему числу решений, 2) к числу немедленных решений и 3) к числу задержанных решений, будут соответствовать друг другу. Если предположить, что решения необходимо обусловливаться равнозначностью, то число задержанных решений в группе I должно быть относительно меньше, чем в группе II. Ясно, что полученные, данные согласуются с точкой зрения, по которой решение, задачи может включать в себя реорганизацию прошлого опыта.

Однако концепция равнозначности может остаться объясняющим принципом, если свести решение задач к одному из аспектов обучения. По этому вопросу были получены дополнительные данные.

После неудачных попыток некоторых испытуемых группы II их попросили записать то, что они делали, включая описание решения задачи с маятниками. Из 9 опрошенных испытуемых 7 решили задачу с вешал-

кой, когда им предложили еще одну последнюю попытку. Все 7 человек нашли решение почти немедленно. Письменное изложение помогло изменить значение элемента маятника в соответствии с требованием задачи. Испытуемых группы I, которые не решили задачу, прошли походить по комнате (в этом случае они должны были встретиться с маятником). Однако это им не помогло. Но когда экспериментатор повесил свое пальто на зажим, они нашли решение сразу и были смущены тем, что не могли сделать этого раньше.

Обсуждение результатов

Понятие равнозначности стимулов дает нам возможность глубже понять, как осуществляется влияние прошлого опыта на текущее поведение. Если полученные ранее знания влияют на поведение организма в новой ситуации, то это происходит потому, что в ней содержится (с точки зрения индивида) некоторый элемент или связь, реакция на которую была заучена раньше. Таким образом, перенос обучения основан на использовании идентичных элементов, но последние подразумеваются в том смысле, что они идентичны субъективно. Как показано в данном эксперименте, идентичность, существующая объективно, еще не является достаточным условием. Прежде чем объективно идентичные элементы окажут помочь в решении задачи, необходимо, чтобы в восприятии или памяти субъекта произошли изменения, в результате которых элементы становятся идентичными субъективно. Подобное изменение в прошлом опыте необходимо предшествует решению многих задач; именно при решении таких задач можно сказать, что здесь имеет место мышление. Разногласия по поводу этого положения возникают потому, что вся активность, связанная с решением задачи, отождествляется с мышлением (продуктивным), а достигаемый продукт (решение) обычно рассматривается как характеристика процесса.

Для понимания процесса продуктивного мышления необходимо вначале провести различие между ситуациями, в которых усвоенная в прошлом опыте субъективная идентичность элементов и требования задачи имеются налицо, и ситуациями, в которых эта идентичность должна быть достигнута путем изменения прош-

лого опыта. Это различие следует иметь в виду при использовании термина «репродуктивное мышление», который относится к решению задач на основе равнозначности стимулов, и термина «продуктивное мышление», относящегося к таким процессам решения, в которых происходят изменения или перестройка прошлого опыта. Вертгаймер [17] и Дункер [1] указывали на изменения значений, которые сопутствуют продуктивному мышлению; Майер [4; 5; 8; 9] показал, что изменения функциональных значений возникают через новые комбинации элементов прошлого опыта.

Однако это различие не учитывается большинством психологов, которые имеют дело с мышлением.

Другая трудность анализа продуктивного мышления обусловлена тем, что мышление и формирование понятий рассматриваются так, как будто они тесно и необходимо связаны между собой. «Продукт» мышления может быть результатом решения задачи, но решение не обязательно является результатом процесса мышления. Аналогично этому формирование понятия может являться или результатом процесса решения задачи, или результатом процесса, основанного на равнозначности стимулов (если оно рассматривается как некоторый обобщенный элемент). Таким образом, формирование понятия может представлять собой либо процесс мышления, либо процесс, обусловленный равнозначностью. Если последний является достаточным условием, то понятие формируется как результат тренировки на различение. Эксперименты, связанные с этим типом формирования понятий, чаще всего представляют собой исследования равнозначности стимулов. Если же некоторые понятия складываются в процессе мышления (продуктивного), то их следует отличать от предыдущего типа формирования понятий. Опять-таки, игнорирование различия между процессом и результатом формирования приводит к недоразумениям. Важность этого различия была ясно показана в экспериментах Майера [12] и Вапнера [15]; оказалось, что при мозговых опухолях количество стимулов, которые оцениваются как равнозначные, увеличивается, но это не облегчает процесса формирования понятия на высшем уровне. Вернер [16] также, указывает на важность различия между процессом и его результатом. Психологический процесс является некото-

рой функцией; сходные между собой функции могут давать различные результаты; в то же время разные функции могут приводить к сходным результатам.

Наконец, необходимо отличать равнозначность стимулов, сложившуюся в прошлом опыте, и равнозначность, возникшую в результате мышления. С одной стороны, две ситуации могут восприниматься как равнозначные, так как во второй ситуации индивид усматривает свойства, на которые он раньше научился реагировать. С другой стороны, вторая проблемная ситуация может рассматриваться как неравнозначная первой до тех пор, пока не будет решена задача. Так, после сооружения вешалки субъект может обнаружить, что она равнозначна предыдущим конструкциям. В этом случае равнозначность является побочным продуктом решения задачи, а не основой решения. Когда «направленность» мышления изменяется, возникает новый равнозначный ряд стимулов; именно поэтому «направленность» мышления выступает в виде его избирательности [8, 9].

Клювер [3] обнаружил, что обезьяны могут использовать для доставания пищи мешок, кусок веревки, провод, цепь и т. д.; равнозначность этих стимулов была заранее определена задачей, а не прошлым опытом. Мысление обезьян Клювера было «направлено»; эта направленность влияла на равнозначность стимулов. Внутренние установки складываются в прошлом опыте и переносятся на новые ситуации, «направленность» же мышления возникает под влиянием задачи; поэтому нельзя найти нить, связывающую новое «направление» с предшествующей ситуацией. Поскольку «направленность» и «внутренняя установка» обусловлены разными причинами, нельзя первое понятие сводить к другому.

Если отличать равнозначность стимулов, складывающуюся в предшествующем опыте, от равнозначности, обусловленной проблемной ситуацией, то легко определить, где проходит граница между обучением и мышлением при решении задач. Последние решаются на основе равнозначности, если она сложилась в прошлом опыте. Равнозначность же, являющаяся продуктом мышления, должна сложиться и не может быть фактором, обуславливающим решение.

Коль скоро мы признали, что с помощью равнозначности решаются некоторые задачи и при определенных

условиях формируются понятия и что другие задачи и понятия предполагают наличие иных механизмов, нам легко определить те условия, которые ограничивают эти два разных процесса. Обучая людей реагировать на разные свойства стимулов (например, потолок поддерживает планку, а планка служит опорой для потолка), мы увеличиваем диапазон решений, которые могут находиться на основе равнозначности. С другой стороны, тот факт, что обучение является ограниченным, так как оно не может подготовить человека ко всем типам возможных ситуаций, а конкретные проблемные ситуации могут изменять прошлый опыт, заставляет искать способы ослабления доминирующей роли прошлого опыта в поведении. Так, Майер [10] обнаружил, что устранение некоторых тормозящих факторов ведет к значительному расширению круга решаемых человеком задач.

Поскольку для развития поведения имеют значение оба типа функций, было бы желательно, чтобы их исследование не тормозилось их смешением. Данное исследование направлено на выяснение границ влияний равнозначности на решение творческих задач; в то же время в нем признается фундаментальное значение равнозначности для процесса обобщения и переноса обучения. Мы надеемся, что в будущем к данной проблеме будет найден прямой подход, а косвенный метод, примененный нами, будет расширен и обновлен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duncker K., A qualitative study of productive thinking. «J. genet. Psychol.», 1926, 33, 642—708.
2. H a l s t e a d W.C., Preliminary analysis of grouping behavior in patients with cerebral injury by the method of equivalent and non-equivalent stimuli. «Amer. J. Psychiat.», 1940, 96, 1263—1294.
3. K l u v e r H., Behavior mechanisms in monkeys, Chicago, Univ. Chicago Press, 1933, p. 387.
4. Maier N.R.F. Reasoning and learning. «Psychol. Rev.», 1931, 38, 332-346.
5. Maier N.R.F., Reasoning in rats and human beings. «Psychol. Rev.», 1937, 44, 365—378.
6. Maier N.R.F., The specific processes constituting the learning function. «Psychol. Rev.», 1939, 46, 241—252.
7. Maier N.R.F., The behavior mechanisms concerned with problem solving. «Psychol. Rev.», 1940, 47, 43—58.
8. Maier N.R.F., Reasoning in humans. I. On direction. «J. comp. Psychol.», 1930, 12, 115—143.

9. Maier N.R.F., Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness, «J. comp. Psychol.», 1931, 12, 181-194.
10. Maier N.R.F., An aspect of human reasoning, «Brit. J. Psychol.», 1933, 24, 144-155.
11. Maier N.R.F., Qualitative differences in the learning of rats in a discrimination situation, «J. comp. Psychol.», 1939, 27, 289-331.
12. Maier N.R.F., The effect of cortical injuries on equivalence reactions in rats, «J. comp. Psychol.», 1941, 32, 165-189
13. Maier N.R.F., Schneirla T.C., Principles of animal psychology. New York. McGraw-Hill, 1935. p. 529.
14. Strauss A.A., Werner H., Disorders of conceptual thinking in the brain-injured child, «J. nerv. ment. Dis.», 1942, 96, 153-172.
15. Wapner S., The differential effects of cortical injury and retesting on equivalence reactions in the rat, «Psychol. Monogr.», 1944, 57, p. 59.
16. Werner H., Process and achievement, a basic problem of education and development psychology, «Harvard educ. Rev.», 1937. May issue, 353-368.
17. Wertheimer M., Über Schlussprozesse im Produktiven Denken. In: «Drei Abh. z. Gestalttheorie», Erlangen, Philosophische Akademie, 1925, 161-184.

H. Maier

Об одном аспекте мышления человека¹

I. Введение

Когда поведение субъекта сталкивается с препятствием, которое обусловлено тем, что цель сразу не может быть достигнута, возникает задача. Содержание трудности, которую нужно преодолеть, зависит от того, как рассматривается данная задача, поэтому способ преодоления препятствия варьирует от случая к случаю. Конкретный подход к решению, который возник у субъекта, можно назвать направлением (*direction*) решения [4]; большинство задач может решаться с самых различных направлений. Для того чтобы решить задачу, необходимо иметь правильное, или работающее, направление. Когда имеется несколько препятствий, каждое из которых может быть успешно преодолено, задача имеет несколько решений [5]. Процесс решения задачи в каждом случае включает использование элементов прошлого опыта, которые определенным образом объединены между собой. Однако они не обязательно должны были быть связанными в прошлом опыте. Решение может представлять собой случайную комбинацию отдельных элементов прошлого опыта [3]. В этом случае задача решается путем рассуждений или с помощью продуктивного мышления. Если решение включает в себя элементы прошлого опыта, которые раньше уже были связаны между собой, то задача решается посредством воспроизводящего мышления.

¹ N.R.F. Maier, An aspect of human reasoning, «British j. of Psychol., 1933, 24, № 2, p. 144—155.

В предыдущих работах я имел возможность показать, что формирование решения в значительной степени облегчается, если экспериментатор дает решающему субъекту правильное, или работающее, направление [4]. Некоторые задачи редко решаются в лабораторных условиях именно потому, что испытуемые не находят правильного направления. Некоторая конкретная ошибка или неудачное направление разделяются многими испытуемыми, часто определяя все содержание их активности. Анализ показал, что такие общие для разных людей направления можно отнести к группе «привычных». Так, если посреди комнаты нужно из двух жердей и одного зажима построить вешалку, то «обычное направление» заключается в том, чтобы сделать что-то стоящее на ножках. В этом случае «направление» выбрано неудачно, а привычный подход к решению отбирает много энергии.

Хорошие мыслители не стараются останавливаться на неудачном подходе к решению задачи. Они переходят от одного направления к другому, пытаясь вначале преодолеть одну трудность, а затем другую. С другой стороны, плохие мыслители упорно держатся за одно направление и могут потратить несколько часов, чтобы преодолеть непреодолимое. Биллингс [1] недавно показал, что способность к рассуждению является скорее общей, чем частной функцией. Он обнаружил, что способности решать новые задачи, взятые из различных отраслей знания, значительно коррелируют между собой и описываются «биквадратным уравнением». Способность решать задачи в одной области мало связана со степенью ее знакомости для испытуемого, учитывая, что ему известны данные, необходимые для решения задачи.

Готтшальдт [2] обнаружил, что различие между поведением нормальных и умственно отсталых детей в проблемной ситуации подобно различию между хорошим и плохим мыслителями. Поведение нормальных детей характеризуется разнообразием; умственно отсталым детям не хватает подвижности поведения. Так, при решении задачи сделать столбик из кубиков как можно выше, нормальные дети изменяют способы решения и находят правильный метод. Умственно отсталые дети непрерывно повторяют (достигая при этом большой

сноровки) свою первую попытку и оказываются неспособными найти правильное решение.

При изучении мышления у крыс [6] я обнаружил аналогичное различие между поведением нормальных и частично декортанизированных животных. Поведение нормальных крыс отличается своей изменчивостью, приспособляемостью и свободно от фиксированности со стороны предыдущих навыков. Крысы со срезанной корой, хотя и могут еще обучаться в лабиринте, полностью теряют способность перестраивать свой прошлый опыт. Их поведение по мере увеличения операционных зон становится все более и более стереотипным.

II. Задача эксперимента

Цель данного эксперимента связана с тем, чтобы определять, является ли привычное направление такой функцией, которая препятствует выбору правильного направления, или это только такая функция, которая имеет место при отсутствии более подходящих процессов. Если верна первая альтернатива, то из нее следует, что общие указания, предупреждающие опасность закрепления на неудачном подходе, будут облегчать решение задачи. Если верна вторая альтернатива, то такие указания не будут эффективными. В этом случае могут оказаться помочь только конкретные указания, помогающие субъекту выбрать правильное направление. Это означало бы, что общие инструкции являются относительно бесполезными, потому что решение каждой задачи имеет своеобразное только ему правильное направление. Данный эксперимент представляет собой попытку увидеть, обеспечит ли изоляция привычного направления с помощью общих инструкций возможность успешно справиться с задачей.

III. Эксперимент I

Методика. 384 студента курса психологии были разделены на две группы: 1) экспериментальную и 2) контрольную. Обеим группам давались одни и те же задачи. Однако экспериментальной группе читалась 20-минутная лекция, после которой давались общие ука-

зания относительно того, как нужно мыслить (эти указания, по существу, были резюмированием лекции); указания предшествовали предъявлению задач. В остальном условия для обеих групп были одинаковыми.

Опыты проводились в течение 3 час. Всего было семь 3-часовых периодов. В первых трех периодах участвовала экспериментальная группа, а в остальных четырех — контрольная. Таким образом, если бы студенты, участвовавшие в первых периодах, сообщали решения задач студентам, которые еще не прошли испытания, то в лучшем положении оказалась бы контрольная группа.

Все студенты должны были работать индивидуально. Им нужно было самим направлять свою работу, избегать подсматривания и воздерживаться в течение недели от собеседований по поводу эксперимента. Испытуемые не знали о цели опытов, рассматривая их как обычные лабораторные занятия.

Лекция и указания. Перед тем как давать задачи, экспериментальной группе читалась лекция, которая содержала следующие положения:

1. Решение задачи, являющееся продуктом мышления, состоит из различных элементов прошлого опыта.
2. Решение формируется сразу, подобно тому как в головоломных картинках находится замаскированное изображение.
3. Значения элементов зависят от того целого, частями которого они являются. Таким образом, в результате неожиданного формирования целого происходит внезапное изменение значения элементов.
4. Решение направлено на преодоление трудностей.
5. Каждый усматривает для себя определенную трудность. Она заключается не в задаче. (Давались примеры, показывающие разные способы решения задачи, причем каждое решение вытекало из различных затруднений.)
6. Конкретное затруднение, с которым сталкивается субъект, определяет то, что с ним делать, т.е. какое направление будет выбрано субъектом (например, один врач будет искать сыворотку для иммунизации человека от определенных микробов, другой будет искать способы для предотвращения их распространения).
7. Все трудности нельзя преодолеть. Поэтому нужно найти ту из них, которая преодолима.

8. Большинство людей усматривает одни и те же трудности.

9. Те затруднения, которые мы видим, часто обусловлены нашим прошлым опытом, связанным с решением задач (например, применение изобретенной сыворотки может вызвать другие заболевания). Они являются привычными и определяют привычное направление решения.

10. Привычные направления не помогают решению сложных задач. Задача является трудной, если правильное направление не очевидно.

Указания относительно того, как следует мыслить, были следующими:

1. Выделите некоторую трудность и попытайтесь ее преодолеть. Если вас постигла неудача, совершенно выбросьте ее из головы и постараитесь отыскать другую трудность.

2. Не обожествляйте привычку и не старайтесь идти по привычному руслу. Держите ваш ум открытым для нового.

3. Решение приходит сразу. Вы не можете управлять им. Старайтесь не ограждать себя от новых комбинаций и не тратьте время на безуспешные попытки.

Задачи и ход эксперимента. Обеим группам давались три задачи разном трудности. Материал для решения задач был сложен на столе; студентам позволялось рассмотреть его. Все решения записывались на бумаге. Когда находилось решение каждой задачи, студент показывал его инструктору. Последний либо принимал его как правильное, либо отклонил его как непрактичное, либо требовал найти другое решение. Каждый испытуемый продолжал работать до тех пор, пока решение для каждой задачи не будет принято или пока не истечет отведенное время.

Три задачи предъявлялись в начале опыта. Испытуемые могли решать их в любом порядке. Продолжительность работы равнялась 1 часу. Каждая задача формулировалась самым простым образом. Испытуемым говорилось, что каждая задача имеет решение и что никаких «уловок» в них нет. Говорилось также, что задачи трудные и требуют напряженного размышления, но все сведения, необходимые для их решения, общеизвестны.

Задачи были следующими:

1. *Задача со шнурами.* Один шнур прикреплялся к потолку и доставал до верхней доски тяжелого стола. Другой шпур был прикреплен к стене на высоте 182 см от пола; его нижний конец касался пола. Задача состояла в том, чтобы соединить концы обоих шнуров. Она была трудной, так как если взяться за один конец шнура, то другом будет вне пределов досягаемости.

Экспериментатор показывал простые решения этой задачи:

- 1) достать другой шнур шестом;
- 2) увеличить длину одного из шнуров;
- 3) привязать один шнур к стулу и поставить его посередине между веревками, чтобы можно было достать другой шнур, когда один уже находится в руках. Эти решения не должны были использоваться испытуемыми даже в измененном виде.

Студентам нужно было найти такое решение: превратить один из шнуров в маятник.

2. *Изготовление вешалки.* Используя только тот материал, который находился на столе, испытуемые должны были сделать вешалку, которая могла бы выдержать тяжелое пальто. Вешалка изготавлялась в пустой комнате обычных размеров.

Единственным материалом, который подходил для решения, были две жерди (182—212 см длиной) и столярный зажим.

Задача могла бы решаться так: зажать вместе две жерди и заклинить их между потолком и полом, зажим мог бы выполнить функцию крючка. (Если испытуемый не хотел, чтобы повредился потолок, ему давали матерчатую прокладку.)

3. *Задача со свечами.* Горящие свечи находились на столе. Их нужно было погасить с расстояния 212 см. Для решения давались стеклянные и резиновые трубки, имеющие длину 15—30 см. Их можно было соединить вместе и сделать длинную трубку. Прикрепив ее с помощью зажимов к одной из упомянутых выше жердей, можно было устранить гибкость трубки. После этого свечу можно было задуть.

Задачи решались путем использования материала, лежащего на столе. Кроме упомянутых выше материалов, на столе имелись щетки, болты, плоскогубцы и мел.

4. Результаты. Результаты для 178 студентов экспериментальной и 206 студентов контрольной групп представлена в табл. 1. Экспериментальная группа решила вторую и третью задачу гораздо лучше, чем контрольная. Это не значит, что легкость решения обусловливается определенным содержанием задач, а лишь показывает, что первой задаче уделялось максимум внимания. Мало кто из контрольной группы имел времени,

Таблица 1

Показатели для экспериментальной и контрольной групп

Группа	Число студентов	% испытуемых, решивших задачи			Всего
		1	2	3	
Экспериментальная	178	50,6	28,7	68,3	147,6
Контрольная	206	49,0	22,3	47,8	119,1

чтобы перейти к решению других задач. Таким образом, наиболее удовлетворительным критерием для сравнения групп является суммарный процентный показатель числа испытуемых, решивших каждую из задач.

В контрольной группе этот показатель равен 119,1%; здесь 39,7% испытуемых решили задачи. В экспериментальной группе суммарный показатель равен 147,6%; 49,2% испытуемых решили задачи. Если считать, что вначале группы были одинаковыми, то эти результаты говорят о том, что в экспериментальной группе инструкции помогли увеличить число испытуемых, решивших задачу, на 24,1% по сравнению с контрольной.

В табл. 2 и 3 те же данные представлены отдельно для мужчин и женщин. Для обоих случаев преимущество экспериментальной группы очевидно; у мужчин показатель решивших задачи в экспериментальной группе на 21,5% больше, чем в контрольной, а у женщин — на 42,1%. Это говорит о том, что женщины больше выигрывают от специальных указаний, чем мужчины.

Т а б л и ц а 2

Испытуемые-мужчины

Группа	Число студентов	% испытуемых, решивших задачи			Всего
		1	2		
Экспериментальная	89	68,5	41,6	77,6	187,7
Контрольная	11 4	61,4	35,9	57,0	154,3

Т а б л и ц а 3

Испытуемые-женщины

Группа	Число студентов	% испытуемых, решивших задачи			Всего
		1	2	3	
Экспериментальная	8	32,6	15,7	59,0	107,3
Контрольная	9 9 2	33,7	5,4	36,4	75,5

В табл. 4 показаны сравнительные влияния инструкции на плохих и хороших мыслителей. Очевидно, что

Т а б л и ц а 4

Показатели для сильных и слабых испытуемых

Группа	Число студентов	% решивших	
		задачи 1 и 2	ни одной из задач
Экспериментальная	178	21,9	16,4
Контрольная	206	14,6	22,8

первые две задачи наиболее трудные. Поэтому те испытуемые, которые решили эти задачи, могут считаться более сильными, а те, которые не решили,— слабыми. Из таблицы видно, что в контрольной группе число сильных равно 14,6%, а в экспериментальной — 21,9%. Таким образом, в экспериментальной группе на 50% больше сильных испытуемых, чем в контрольной. С другой стороны, в контрольной группе имеется на 39% больше слабых испытуемых, чем в экспериментальной.

Приведенные данные показывают, что общие инструкции чрезвычайно полезны как для сильных, так и для слабых испытуемых. Правда, они не объясняют, почему женщины выигрывают от таких инструкций больше, чем мужчины. Для объяснения этого факта требуются иные данные.

IV. Эксперимент II

1. Ход эксперимента. В эксперименте I было показано большее превосходство экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Это превосходство может быть обусловлено первоначальным неравенством групп. Было бы желательно поэтому изменить эксперимент таким образом, чтобы можно было оценить способность индивидов одной группы решать контрольную и экспериментальную задачи.

Для этого соответственно были составлены три задачи, которые легко можно было решить, работая индивидуально. Для эксперимента необходимы были две задачи; третья использовалась только в том случае, если одна из первых двух задач была знакома испытуемым.

Время, отведенное на решение задачи, было разделено на четыре 10-минутных периода.

3-й период был продолжением 1-го, а 4-й — продолжением 2-го. Задача, решаемая в течение 1-го и 3-го периодов, была контрольной, а в течение 2-го и 4-го — экспериментальной. Между 3-м и 4-м периодами читалась лекция и давались указания относительно того, как следует мыслить. Между 2-м и 3-м периодами давался 12-минутный перерыв; в это же время тем студентам, которые решили свои задачи, давалось очередное задание. Таким образом, перерыв, предшествующий 3-му

периоду, был контрольным по отношению к лекционному перерыву, который предшествовал 4-му периоду.

Число испытуемых, решивших задачи во время 1-го и 2-го периодов, свидетельствует об относительной трудности контрольной и экспериментальной задач. Во время 3-го и 4-го периодов наблюдается увеличение числа решивших задачи. Различие в процентном увеличении числа испытуемых, решивших задачи во время этих двух периодов, служит оценкой влияния лекции; оно также связано со способностью к решению задач.

2. Задачи. 1) *Задачи о квадрате*. Даётся три четверти квадрата; нужно разделить эту площадь на четыре равные по величине и одинаковые по форме части.

2) *Задача на соединение точек*. Даётся три столбика точек по три точки в каждом; нужно соединить все точки четырьмя прямыми линиями, не отрывая карандаша от бумаги. Повторное прохождение по линии считается новой линией.

3) *Задача «Т»*. Каждому испытуемому давалось 4 куска дерева. Из них нужно было составить букву «Т».

Одна из первых двух задач выбиралась для 1-го и 3-го периодов, выполняя, таким образом, функцию контрольной. Одна из двух последних задач использовалась в остальных периодах и служила в качестве экспериментальной. Некоторые студенты знали о двух из приведенных выше задачах. Им давались другие задачи, однако их результаты не учитывались.

Дополнительные задачи, которые давались в конце 2-го периода, служили лишь для того, чтобы занять студентов, которые раньше уже решили свои задачи. Поскольку эти дополнительные задания не были связаны с экспериментальными целями, результаты их выполнения не нуждаются в описании.

3. Результаты. В табл. 5 представлены данные о количестве студентов, решивших контрольную и экспериментальную задачи. Перед тем как были даны указания, число решивших контрольную и экспериментальную задачи оставалось почти одинаковым. Это означает, что вначале две задачи были одинаковыми по трудности. Однако в 3-м и 4-м периодах количество решивших экспериментальную задачу вдвое больше числа решивших контрольную. Так, в 3-м периоде число испытуемых, решивших контрольную задачу, составляло 18,6% от

количества оставшихся испытуемых, а в 4-м периоде соответствующий показатель для экспериментальной задачи равен 37,4%. Это различие в продуктивности 3-го и 4-го периодов обусловлено в основном лекцией и указаниями, которые предшествовали 4-му периоду.

Время, затраченное на чтение лекций, едва ли можно принимать всерьез, так как перед 3-м периодом вводился гораздо более продолжительный перерыв. Лекция требовала сосредоточения внимания на том, что говорилось, поскольку испытуемые должны были записывать ее основные положения. Они предупреждались также о том, что на экзаменах их будут особо спрашивать об этой лекции.

Таблица 5

Количество испытуемых, решивших контрольную и экспериментальную задачи

Период	Число испытуемых, решивших задачи	Правильное	Ошибочное решение	%
Контрольная задача				
1	169	29	140	
3	140	26	114	
1 и 3	169	55	114	
Экспериментальная задача				
2	169	30	139	
4	139	52	87	
2 и 4	169	82	87	
				48,5

В табл. 6 и 7 приводятся данные для мужчин и женщин соответственно. Для мужчин 1-й и 3-й периоды были приблизительно одинаково продуктивными, а 4-й период — в 2 раза продуктивнее 2-го. Что касается женщин, то продуктивность 1-го и 3-го периодов была одинаковой, а 4-го — в 2 раза большее, чем 2-го.

Сравнивая число решивших среди мужчин и женщин, мы опять-таки видим, что мужчины решают задачи более продуктивно, чем женщины. 35,9% мужчин решили контрольную задачу, а 54,4% решили экспериментальную. Среди женщин 27,3% решили контрольную задачу

и 39,4% — экспериментальную. Таким образом, в 1-м эксперименте мужчины дали более высокие показатели, чем женщины, несмотря на то, что последние выигрывают больше от инструкций. При отсутствии инструкций показатели для мужчин на 46,2% выше, чем для женщин.

Т а б л и ц а 6

Испытуемые-мужчины

Период	Число испытуемых, решивших задачи	Правильное решение	Ошибочное решение	% решивших
Контрольная задача				
1	103	19	84	18,4
3	84	18	66	21,4
1 и 3	103	37	66	35,9
Экспериментальная задача				
2	103	23	80	22,3
4	80	33	47	41,3
2 и 4	103	56	47	54,4

Т а б л и ц а 7

Испытуемые-женщины

Период	Число испытуемых, решивших задачи	Правильное решение	Ошибочное решение	% решивших
Контрольная задача				
1	66	10	56	15,2
3	56	8	48	14,3
1 и 3	66	18	48	27,3
Экспериментальная задача				
2	66	7	59	10,6
4	59	19	40	32,2
2 и 4	66	26	40	39,4

V. Обсуждение результатов

Результаты обоих экспериментов показали, что когда испытуемые инструктируются не следовать привычным способам действия и не цепляться за одно направление решения, а быть, свободными по отношению к другим точкам зрения, имеет место значительное возрастание способности к мышлению, что выражается в увеличении количества решивших трудную задачу. Взятые вместе, эти эксперименты показывают, что увеличение количества решивших задачи нельзя объяснить какими-либо другими факторами. Если общие инструкции вызывают увеличение числа решивших, то тем самым мы доказали, что привычное поведение и навязчивые направления, проявляющиеся при решении задач, препятствуют формированию правильного решения. Таким образом, человек может не решить задачу не потому, что он не в состоянии найти решение, а скорее потому, что привычный способ действия тормозит выработку правильного решения. Другими словами, мышление, по крайней мере в некоторой своей части, является преодолением или затормаживанием привычных действий.

Что мышление представляет собой не только торможение привычных реакций, это было показано мной на примере крыс [6]. Когда крысы сталкиваются с задачами, решения которых иногда 1) затрудняются привычкой и 2) не затрудняются ею, то в последнем случае, хотя он и связан с определенными трудностями, количество правильных решений увеличивается по сравнению с первым.

Различие между мужчинами и женщинами представляет особый интерес. В эксперименте I казалось, что предъявленные задачи больше подходят для мужчин, и поэтому их превосходство было таким значительным. В эксперименте II показатель для мужчин был на 46,2% выше, чем для женщин. В этом случае задачи подходили одинаково как для женщин, так и для мужчин. На основе полученных данных нельзя сделать вывод о том, чем обусловлено это различие показателей: врожденными особенностями, или разной опытностью, или различием интересов.

Другим интересным фактом является то, что женщины больше выигрывают от инструкций, чем мужчины.

Этот факт не поддается объяснению, особенно если учесть (см. табл. 4), что более слабые испытуемые выигрывают от инструкций почти столько же, сколько и сильные. По-видимому, число слабых испытуемых среди женщин не обуславливается полностью более слабыми способностями.

Л И Т Р Р Л Т У Р Л

1. Billings M.L., An experimental study for the purpose of comparing the ability for solving problems in different fields of endeavour. Ph. I). Thesis, University of Michigan, 1931.
2. Gottschaldt K., Zur methodik psychologischer Untersuchungen an Schwachsinnigen und Psychopathen, Bericht über den V. Kongress für Heilpädagogik, 1931.
3. Maier N.R.F., Reasoning in white rats, «Comp. Psychol. Monog.», 1929, VI, 1—93.
4. Maier N.R.F., Reasoning in humans. I. On direction, «J. Comp. Psychol.», 1930, X, 115-143.
5. Maier N.R.F., Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness, «J. Comp. Psychol.», 1931. XII, 181-194.
6. Maier N.R.F., The effect of cerebral destruction on reasoning and learning in rats, «J. Comp. Neurol.» (1932), XLIII, 45-75

Г. Уивер и Е. Мадден

О «направленности» при решении задач¹

I. Введение

Эта работа возникла из попытки подобрать для курса экспериментальной психологии такой эксперимент, который мог бы служить примером исследования одной из сложных форм человеческого поведения, называемой мышлением или решением задач. Работа Майера [1] о «направленности» мышления у человека имеет ряд особенностей, которые делают ее подходящей для этих целей. По-видимому, наиболее важной чертой этого и других исследований Майера является то, что они представляют собой попытку экспериментального подхода к центральному пункту всех исследований сложного поведения.

Создание теории, в которой были бы представлены понятия прошлого опыта, интегративности поведения, его избирательного характера, является важной задачей для психологии. Были созданы различные понятия, связанные с одним или другим аспектами интегративного процесса: детерминирующая тенденция, установка, отношение к задаче, градиент цели, иерархия привычек, структура образца, ожидаемость, формирование гипотезы, потребности, сила поля, цель, инсайт или реконструкция, эквивалентные стимулы, значение.

Мы повторили эксперименты Майера, чтобы выяснить, можно ли получить те же самые результаты, когда в ход эксперимента вносятся незначительные изменения.

¹ H. E. Weaver, E. H. Madden, «Direction» in problem solving, «J. of Gen. Psychol.», 1949, 27, № 2, p. 331—345.

Мы хотели также увидеть «своими глазами» поведение испытуемых, чтобы иметь возможность точнее оценить понятие «направленности»¹.

II. Повторение эксперимента

Работа Майера была предпринята для того, чтобы показать, достаточно ли для решения задачи тех знаний, которые были получены в прошлом опыте и из которых могут выбираться те или иные элементы, или же для решения необходимо некоторое функциональное единство, называемое «направленностью». Результаты этой работы показали, что решение задачи определяется как прошлым опытом, так и «направленностью».

В эксперименты Майера были внесены следующие изменения:

1. Группа II испытуемых была исключена. У Майера группам III и IV давались знания об элементах задачи, но не указывалось «направление» решения. Единственное различие между этими группами заключалось в том, что группе III давалось указание: «Наилучшее решение находится при правильной комбинации этих элементов».

2. Группы испытуемых были составлены по процентным показателям, собранным на основе психологического теста Университета штата Огайо. Способ отбора испытуемых у Майера был несколько сомнителен.

3. Время решения для каждого испытуемого ограничивалось до 25 мин. У Майера никаких временных ограничений не было и испытуемые решали задачи в течение нескольких часов. Если в течение полутора часов задача не решалась, то испытуемому давались новые указания и советы. Однако Майер считал, что задача решена только в том случае, если решение находилось без дополнительных «подсказок». Последние служили для того, чтобы связать первый эксперимент со вторым, в котором изучалась природа ложных «направлений», оказывающих тормозящее влияние на правильный подход.

¹ В следующем разделе автор рассматривает содержание задачи, предлагавшейся Майером, ход эксперимента и полученные результаты. Мы опускаем содержание этого параграфа, так как оно изложено в работе Майера (см. стр. 245-272 настоящей книги). -Прим. ред.

4. Вместо двух длинных проводов и легкого зажима использовались два канатика и сильный зажим; в этом случае надобность в натягивающих гирях отпадала.

5. В опыте участвовали 54 испытуемых: 12 испытуемых в группе I и по 14 в группах III, IV и V. 32 мужчины и 22 женщины распределялись между четырьмя группами случайно.

Кроме приведенных изменений, наш эксперимент был точным воспроизведением эксперимента Майера. Все словесные инструкции и способы, о которых говорилось при указании направления решения, постановке задачи, объяснении и показе элементов, а также характер «направления» решения были сохранены.

Во время работы испытуемого над задачей экспериментатор как можно полнее и объективнее записывал, что делает испытуемый.

III. Результаты

Если рассматривать только те решения, которые Майер считал «правильными» (см. выше), то получим следующие данные:

Группа I (только задача) - ни одного решения.

Группа III (задача + элементы) - одно решение.

Группа IV (задача + направление) - одно решение.

Группа V (задача + элементы + направление) — два решения.

Казалось бы, что эти результаты - 4 решения на 54 человека — не имеют существенного значения. Однако на самом деле это не так. Пытаясь пронаблюдать за проявлением в поведении испытуемых чего-то такого, что Майер называл «направленностью», мы обнаружили, что для каждого субъекта были характерны реакции и последовательности движений, которые были определенным образом организованы или направлены. Мы могли видеть, что намеревается делать субъект, и часто про себя соглашались с его объяснениями неправильных действий. С точки зрения экспериментатора, в поведении испытуемых было мало случайного.

Различные подходы к решению, разделенные на четыре типа, показаны схематически на рис. 1. Типы A, B, C представляют собой, по существу, подобные построения. Тип D представлен только двумя построенья-

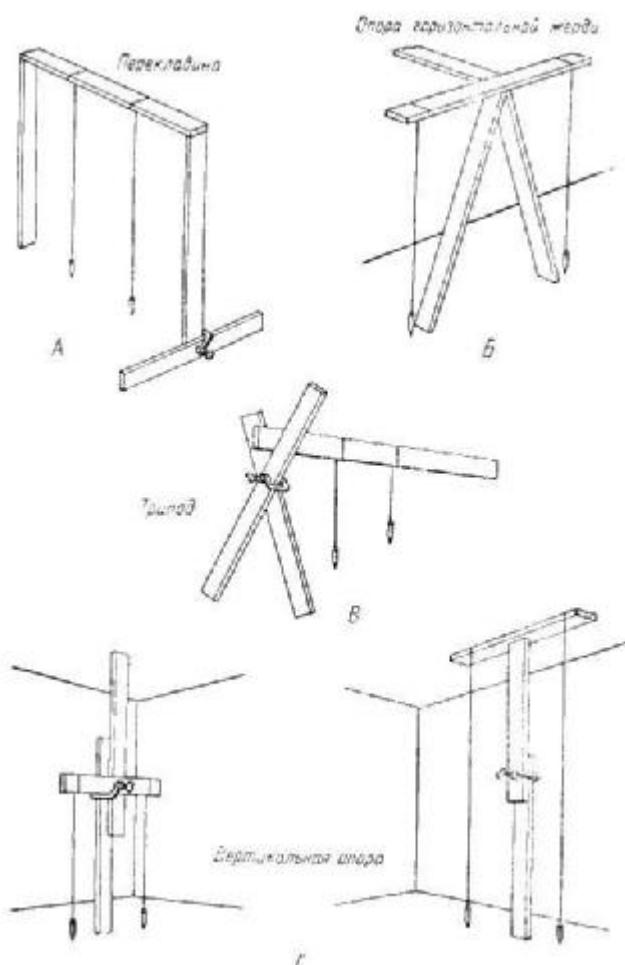


Рис. 1.

ми, которые показаны на рисунке. Одно из них является правильным, а другое отличается от него лишь положением горизонтальной планки, которая поддерживается тем же зажимом, что и остальные две. Каждое из этих двух построений полностью удовлетворяет требованиям задачи. Включая их в число правильных решений, мы получим данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Распределение решений по четырем группам испытуемых

Группа	Число решивших	Число испытуемых
I (только задача)*	0	12
II (задача + элементы)	4	14
IV (задача+направление)	1	13**
V (задача+элементы+направление)	5	13

* В группе I не было обнаружено устойчивых решений какого-либо типа.

Поэтому в дальнейшем относящиеся к ней результаты рассматриваться не будут.

** Один испытуемый был исключен из групп IV и V, так как он был знаком с задачей.

Построения, относящиеся к типам *A*, *B* и *C* (рис. 1), связаны с теми пятью подходами к решению задачи, которые описаны Майером; они характеризуются неустойчивостью или незавершенностью сооружения. В типе *A* общая схема заключается в том, чтобы опереть длинную горизонтальную планку на две вертикальные. Зажим обычно используется для соединения двух планок таким образом, чтобы обеспечить широкое основание для сооружения. Иногда испытуемые пытались использовать в качестве «строительного материала» стол, но для этого нужно было закрепить зажимом длинную соединяющую планку, и один из концов сооружения был очень неустойчивым. Неодинаковая длина планок (что не совсем точно отражено на рисунке) была основной причиной трудности, характерной для всех построений, относящихся к типу *A*. Все они были слишком неустойчивы, чтобы обеспечить колебания маятников. В построениях, относящихся к типу *B*, основная идея заключается в обеспечении опоры путем проплонения планок к стене комнаты. Это требовало точного равновесия,

и все построения этого типа были очень неустойчивыми. Принципиальная схема решения для типа *B* изображена в виде трипода. Он более устойчив, чем построения типа *A* и *B*, но ни одна из планок не имеет достаточной длины, для того чтобы обеспечить закрепление маятников, отвечающее условиям задачи.

Один из испытуемых группы IV и один из группы V пытались сделать сооружение, которое стояло бы само по себе. Планки ставились в разные положения так, что они могли бы поддерживать маятник лишь при использовании большего количества материала, чем то, которое дано в задаче.

Табл. 2 показывает распределение различных подходов к задаче в группах III, IV и V.

Таблица 2

Распределение подходов к решению задачи в трех группах

Тип решения	Группа III (элементы задачи)	Группа IV (направление)	Группа V (эле- менты+на- правление)
<i>A</i>	5	3	3
<i>B</i>	2	—	—
<i>B</i>	2	9	2
<i>G</i>	4	1	5
Без опоры	1	—	1
Неполный <i>G</i>	—	—	2

Внимательное рассмотрение этих данных позволяет увидеть, что направление решения, даваемое без элементов прошлого опыта (группа IV), оказывает едва заметное влияние. Только один испытуемый использовал потолок, хотя в словесной инструкции, предназначеннной для того, чтобы дать направление решения, специально уделялось внимание использованию потолка. Девять испытуемых этой группы использовали некоторые разновидности трипода. Когда элементы прошлого опыта давались без направления или с ним (группы III и V), наблюдалось большое разнообразие подходов к решению и приблизительно одинаковое число правильных ответов в обеих группах. Можно заметить, однако, что, когда

давались элементы прошлого опыта и «направление» (группа V), семь испытуемых использовали построения типа Г; и только четыре использовали этот же тип, когда элементы прошлого опыта давались без направления (группа III).

Наши результаты включают также наблюдения, относящиеся к использованию материала испытуемыми, и рассмотрение критериев, которые могли бы применяться для отыскания «правильного» решения.

Компоненты найденного решения, называемые Майером «частями», или «элементами», в действительности являются сложными образованиями. Очевидно, что каждый так называемый элемент состоит из нескольких единиц. Каждая из единиц «элемента» обычно используется по-разному при решении задачи. Зажим, например, был только одной из единиц, входящих в соединение планок, по, как показано на рис. 1, он использовался в четырех различных комбинациях. На этом же рисунке показано, как по-разному использовался принцип весов; в каждом случае мы видим своеобразное расположение планок. Веревка была составной частью маятника, но те испытуемые, которые не пользовались в качестве верхней опоры маятника потолок, применяли ее для связывания планок в различных точках, тогда как более подходящим для этой цели был зажим. Планки зажимались вместе, связывались одна с другой, соприкасались, а иногда лишь поддерживали друг друга.

Испытуемые не пытались связывать две жерди так, как связываются две веревки. Они манипулировали с материалом, опираясь на известные (заученные ранее) его свойства. Они не пытались также удлинить планки путем их вытягивания и приблизить стены комнаты одна к другой. Испытуемые, включая тех, кто решил задачу, строили свои действия в соответствии со своими предыдущими знаниями о данном материале. С точки зрения экспериментатора, любое новое приобретение, имевшее место в процессе работы над задачей, в значительной мере затенялось сложными навыками манипулирования и речи.

Проведенные наблюдения дают основание считать, что некоторые из испытуемых, решивших задачу, были предрасположены к использованию «правильного» направления (расположению планок между полом и по-

толком) до того, как в эксперименте было дано формальное¹ «направление». Мы наблюдали, что в момент постановки задачи, когда экспериментатор говорил: «Конечно, вам что-то необходимо для того, чтобы подвесить маятники. Об этом вы должны позаботиться сами» [1, стр. 118], — два испытуемых смотрели на потолок, а затем переводили взгляд с потолка на пол. Один испытуемый начал смотреть на потолок, а потом на пол сразу же после показа принципа весов. Это случилось еще до того, как было дано формальное направление. Впоследствии испытуемый рассказывал, как в этот момент он думал о том, что стены были слишком далеки, чтобы их можно было использовать для горизонтальных отвесов, а потолок и пол находятся гораздо ближе друг к другу. Неречевое поведение в этом случае полностью соответствовало речевому отчету. Один испытуемый из группы IV, решивший задачу, начал работать над сооружением типа *B* (трипод), не обращая внимания на потолок, после того как было дано направление. Изменяя положение одной из планок, он задел ею потолок. Он на минуту засмотрелся на потолок, после чего сразу стал работать над правильным решением, хотя экспериментатор ничего не говорил ему об «элементах».

Наши испытуемые, решившие задачу, напоминают испытуемых Майера, которые быстро нашли правильное решение. Когда они приступали к постройке маятника, то казалось, что использование потолка и пола было для них чем-то само собой очевидным и вполне естественным. Если считать, что здесь происходила реорганизация прошлого опыта, то создается впечатление, что наши испытуемые совершенно не восприимчивы к каким-либо открытиям, достойным внимания.

IV. Обсуждение

1. Сравнение результатов. Полученные нами результаты сходны с данными Майера. Совершенно очевидно, что направленность, назовем ли мы ее привычной или новой, имела место во всех действиях наших испытуемых. Каждый субъект имел некоторый общий

¹ Имеется в виду «речевое», выраженное в словах. — Прим. перев.

план или метод решения задачи; была явно выражена тенденция продолжать первую попытку, хотя и с некоторыми видоизменениями.

В обоих исследованиях успешные решения находились в пределах установленного времени.

Наши результаты сходны также и в том, что они показывают неэффективность самой по себе «направленности» для отыскания решения. Так, в группе, которой давалось только одно направление, указание на легкость задачи в том случае, если маятники будут подвешены к потолку, вызвало явную тенденцию строить триподы.

Еще одно сходство состоит в том, что группа испытуемых, получавшая указание как об элементах, так и о направлении, дала большее количество решений, чем та группа, которой давалось лишь направление, или та, которой не говорилось ни о направлении, ни об элементах.

Если группы испытуемых у Майера были одинаковы по уровню интеллектуальности, то наши данные соответствуют его результатам в том, что тестовые показатели не являются решающим фактором в процессе отыскания решения.

Особого внимания заслуживает следующее отличие наших данных: группа III, которой давалось указание об элементах и ничего не говорилось о направлении, дала 4 решения. Этот факт говорит о том, что само по себе знание об элементах приблизительно так же эффективно, как и соответствующее знание вместе с направлением. Правда, для такого обобщения мы имеем немного случаев. Для 52 человек мы получили только 10 решений. Однако тот факт, что 4 из этих 10 решений были найдены испытуемыми, не получавшими формальных указаний о направлении, заставляет нас усомниться в количестве решений, зависящих в основном от направления, когда оно указывалось.

Можно предполагать, что решения, найденные без помощи формального указания, являются следствиями привычных направлений и поэтому не относятся к продуктивному мышлению. Однако этот эксперимент не дает нам объективного критерия для различия привычного и нового направления.

2. «Направленность» в связи с мышлением и наученiem. Для Майера «направленность» является существенным свойством мышления, и он в несколь-

ких местах рассматривает различия между мышлением и обучением, чтобы подтвердить свою теорию «направленности». Основные положения его аргументации можно резюмировать следующим образом. Если задача решается повторением реакций в том порядке, в каком они были первоначально заучены, мышление не имеет места. Решение в этом случае представляет собой заученную структуру реакций, а направленность является привычной. Прежде чем говорить о том, что «направленность» обусловила оригинальное решение, нужно, чтобы между элементами прошлого опыта была открыта новая связь. Если задача решается путем понимания новых связей элементов прошлого опыта, ранее не замечаемых, или путем открытия новых свойств некоторой части данной ситуации, то здесь имеет место мышление, а решение является следствием нового «направления».

Такое понимание направленности очень сходно с понятием инсайтной перестройки у гештальт-психологов. Майеровская концепция мышления в основном представляет собой перефразировку центральной идеи почти всех работ по обучению, проделанных представителями теории поля. Действительно, он выбрал один из хорошо известных и общепризнанных фактов, относящихся к обучению, и сделал его сущностью мышления. Хорошо известно, что обучение является процессом, с помощью которого усваивается новое поведение. С точки зрения теории проб и ошибок заученное действие является новой организацией или структурой по сравнению с разнообразным порядком действий, из которых оно возникает. Даже обусловливание предполагает перестройку связи между конкретным стимулом и реакцией. Ни ассоциация, ни повторение не являются обучением. Ассоциируемые действия должны быть некоторым образом связаны друг с другом, иначе они едва ли будут повторяться в своем первоначальном порядке. Повторение является единственным объективным критерием обучения, но структура реакций должна быть усвоена раньше, чем она сможет быть повторена. Именно по-новому организуемая активность и подчеркивается Майером. И как раз эти вновь приобретаемые связи составляют центральную проблему в теории обучения.

3. Альтернатива к теории Майера. Когда организм усваивает навык, который достаточно сложен,

чтобы дать ему возможность предвидеть, ожидать или подготовиться к определенным следствиям текущего поведения, возникает одна из главных предпосылок мышления. Если организм усвоил такие навыки, на основе которых возможно «исследовательское» поведение, тогда возникает возможность мышления. Наконец, мышление начинается тогда, когда достижение предвидимого результата (плана или цели) затрудняется и когда включается исследовательское поведение, которое раньше было связано с данной проблемной ситуацией.

Мышление отличается от обучения тем, что оно имеет место только при наличии сложных навыков и служит для того, чтобы облегчить перестройку заученных действий или усвоение новых действий, которые необходимы для решения задачи. Когда индивид встречается с проблемной ситуацией, для решения которой у него нет соответствующих возможностей, мышление не может иметь места: каждая деталь решения и каждый кусочек знания, связанный с задачей, должны быть усвоены как новые действия.

4. Прошлый опыт и направность. Каждое действие обусловлено действующими стимулами и данным состоянием или возможностями поведения организма. Прошлый опыт — это общее понятие, которое обычно указывает на события, ответственные за имеющиеся возможности индивида. Если рассматривать прошлый опыт с этой точки зрения, то его нельзя считать причиной обучения или мышления.

Согласно Майеру, организация данных действий зависит от прошлого опыта лишь в том случае, когда последовательность непрерывно чередующихся событий, имевшая место в прошлом, повторяется в настоящем. Если согласиться с этим положением, то останутся без объяснения те сложные формы поведения, которые мы называем поисковыми действиями или исследовательскими реакциями. Мы не будем здесь останавливаться на детальном описании формирования этих навыков, но наблюдения за поведением различных организмов убедительно показывают, что такие навыки существуют. Мы видим их на каждом шагу, начиная от отыскания ребенком потерянного мяча и кончая работой исследователя над сущностью мышления.

Маленький ребенок, пряча и отыскивая вещи, овладевает различными особенностями своих движений, так что его нельзя «застать врасплох». Он учится изменять положение глаз, головы и туловища, чтобы иметь возможность быстро обнаружить любой, даже едва заметный, признак «врага». Многие детские игры требуют общей подготовки, для того чтобы совершать их в разных условиях.

В различных ситуациях более старшие дети и взрослые при соответствующей мотивации обучаются отыскивать источник затруднений. Кроме врожденных особенностей, индивид вырабатывает в себе навыки исследовательского поведения, которые могут актуализироваться в любой новой проблемной ситуации. Экспериментальные данные Майера о том, что индивиды часто совершают непрерывно бесполезный способ действия [4; 6], совет Майера отказываться от бесполезного упорства при решении задачи является блестящим примером более совершенной стадии в формировании общих исследовательских навыков.

Мы не хотим сказать, что все поведение или по крайней мере большая его часть складывается из таких общих навыков. Изучение переноса указывает как раз на обратное. Однако было бы трудно представить себе, как можно обсуждать эту проблему, если бы этих навыков не существовало.

Майер придает большое значение перестройке прошлого опыта. В этом, по-видимому, заключается наиболее очевидное свойство «направленности». Внимательный взгляд на повседневное поведение откроет нам много примеров таких ситуаций, в которых формируются навыки перестройки опыта. Основы для них закладываются при размещении статей в папки, расположении предметов на полках или инструментов на рабочем месте. Развешивая и перевешивая картины на стене, переставляя мебель в комнате, составляя и переделывая планы комнат в доме, мы замечаем и сравниваем новые связи. Приобретая навык речи, мы сталкиваемся с необходимостью отбора и размещения слов в предложениях, предложений — в параграфе, параграфов — в главе, глав — в книге. Можно было бы долго говорить о взаимоотношении между понятиями или постулатами, которые используются в научных системах.

5. Предполагаемые источники направленности. Всякая направленность в поведении определяется условиями стимуляции, независимо от того, как мы рассматриваем эти условия: как поле сил или как специфические виды энергии, действующие на специфические рецепторы. Если мы будем считать, что поведение живого организма развивается внутри упорядоченной системы окружающих его сил, то следует ожидать, что структура поведения или направленность будут определяться этими силами. С генетической точки зрения следует ожидать, что адекватность направленности поведения индивида зависит от того, насколько полно упорядоченность среды нашла свое отражение в его поведении.

Эту общую идею можно определенным образом применить к результатам нашего эксперимента. Направленность поведения наших испытуемых в большей своей части определялась известными им физическими свойствами рабочего материала.

Каждый предмет (зажим, канат, планка, стена и т. д.) представляет собой комплекс стимулов, который может вызывать любую реакцию или все реакции, связанные с этим комплексом. Заученные в прошлом реакции определяют те пределы активности субъекта, внутри которых он должен действовать. Они являются главными факторами, определяющими линии направленности поведения.

Привычные действия образуют тот общий фон, на котором усваиваются новые действия. На каком-то этапе «новое» вытесняет «старое», но попытка к их резкому разграничению, по-видимому, имеет гораздо меньшее значение, чем выяснение их сходства.

В данном эксперименте направления, предлагавшиеся экспериментатором в речевой форме, могли влиять на направленность поведения испытуемых лишь в той степени и в соответствии с тем, в какой степени и как они были поняты. Способность к пониманию в каждом случае имеет свою длительную историю развития. Более того, понимание является только одним из условий, которые влияют на усвоение нового направления.

Сама по себе постановка задачи является другим возможным источником привычной и новой направленности. По существу, она представляет собой словесную форму-

лировку цели, которая должна быть достигнута. Майер [2] указывал на значение цели для направленности, но он не подчеркивал того, что, прежде чем индивид сможет иметь дело с возможными последствиями или результатами текущей деятельности, необходимо научение (прошлый опыт).

Задача, как она определена экспериментатором или испытуемым, является одним из аспектов сложной структуры направляющих условий. Нельзя игнорировать преувеличивающие способы подхода к решению задачи, характерные для той социальной группы, составной частью которой является индивид.

Как указывалось выше, привычка к анализу условий и рассматриванию задачи с разных точек зрения может поставить субъекта в такое положение, когда он способен будет перейти к новому направлению решения. Эти навыки определяют общий способ ориентировки, который одновременно является предпосылкой и ограничивающим условием для открытия нового направления.

Более непосредственные источники направленности следует искать, по-видимому, среди тех факторов, которые влияют на перцептивную организацию или реорганизацию стимулов. Воспринимаемое содержание любого предмета или события в данный момент зависит от окружающего контекста. Обычно среди этого контекста могут выделяться разной сложности связи или свойства. Упругость металлического зажима и цвет каната в нашей задаче являются относительно простыми перцептивными свойствами. Они настолько несущественны для данной задачи, что даже не замечаются испытуемыми. Вес зажима и гибкость каната — тоже простые свойства, но они имеют существенное значение, являясь деталями более сложного образования — маятника. Средней степени сложности являются свойства планки и зажима, проявляющиеся при соединении планок. Весы являются еще более сложной единицей, так как они включают в себя не только планки, но и то, на что они опираются. Задача, как она воспринимается субъектом, является наиболее содержательным и наименее упорядоченным из тех условий контекста, которые влияют на способ восприятия. Из этих простых и сложных условий должно быть получено решение. Новое направление решения может за-

висеть от изменения непосредственно воспринимаемого содержания, но перцептивное изменение имеет место и приобретает значение только в контексте заученных ранее действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. M a i e r N.R.F., Reasoning in humans. I: On direction, «J. Comp. Psychol.», 1930, 10, 115—143.
2. M a i e r N.R.F., Reasoning and learning, «Psychol. Rev.», 1931, 38, 332—346.
3. M a i e r N.R.F., Reasoning in humans. II: The solution of a problem and its appearance in consciousness, «J. Comp. Psychol.», 1931, 12, 181—194.
4. M a i e r N.R.F., An aspect of human reasoning, «Brit. J. Psychol.», 1933, 24, 144—155.
5. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., A Psychological Approach to Literary Criticism, New York, Appleton, 1933, p. XII + 152.
6. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., Reasoning in rats and human beings, «Psychol. Rev.», 1937, 44, 365—378.
7. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., A further analysis of reasoning in rats. III. The influence of cortical injuries on the process of «direction», «Comp. Psychol. Monog.», 1938, 15, 44—85.
8. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., The specific processes constituting the learning function, «Psychol. Rev.», 1939, 46, 241—252.
9. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., The behavior mechanisms concerned with problem solving, «Psychol. Rev.», 1940, 47, 43—58.
10. M a i e r N.R.F., Reninger H.W., Reasoning in humans III: The mechanisms of equivalent stimuli and of reasoning, «J. Exper. Psychol.», 1945, 35, 349—360.

Д. Рейд

Экспериментальное исследование «анализа цели» при решении задач¹

I. Введение

Задача данного исследования заключается в том, чтобы получить объективные данные, выясняющие роль «анализа цели» [4] при решении человеком тех или иных проблем. Поскольку метод интроспекции имеет ряд недостатков, необходимо выработать объективным метод для исследования одного из центральных положений теории Дункера, подобный, например, экспериментальному методу Майера [7; 8].

При анализе протоколов Дункер обнаружил, что процесс, начинающийся от постановки задачи и заканчивающимся окончательным решением, состоит из ряда более или менее конкретных предположений. Индивидуальное решение задачи не возникает сразу же после ее постановки, поскольку проникновение в конкретные условия и возможности данной ситуации происходит лишь постепенно, шаг за шагом. Обычно вначале возникает «функциональное решение», а окончательное решение формируется на основе его постепенной конкретизации [4, гл. I].

В своем обстоятельном обзоре, посвященном решению задач человеком и животными, Вудвортс [11, гл. 29] разрешил некоторые противоречия между такими выражениями, как «пробы и ошибки», «мышление» и «инсайт», введя для этого четко определенные термины. «Поведение, подчиняющееся принципу проб и ошибок,

¹ J.W. Reid, An experimental study of «analysis of goal» in problem-solving, «J. of Gen. Psychol.», 1951, 44, № 1, p. 51—69.

направлено к определенной цели, но оно не контролируется со стороны восприятия тех взаимосвязей, которые образуют содержание задачи» [11, стр. 747]. Если принять это определение, то к нему следует отнести большую часть решений, совершаемых животными и детьми. Нечто другое наблюдается при решении задач взрослым человеком, например, в экспериментах по продуктивному мышлению. Здесь можно выделить более или менее инсайтный поиск цели, который регулируется относительно общим эвристическим методом мышления, называемым Дункером «анализом цели».

Комментируя работу Клапареда, Вудвортс [11, стр. 776] замечает: «Эти протоколы, конечно, вскрывают некоторые характеристики процесса решения задач. Мы видим, как складывается задача, образуется гипотеза и следует ее испытание. Исследовательский процесс при решении задач имеет две стороны: ситуация изучается для выяснения того, что дано, а задача - для выяснения того, что требуется получить. Другими словами, наблюдатель стремится понять, что следует сделать и какие для этого имеются средства. Его решение заключается в открытии того, каким образом использовать имеющийся в его распоряжении материал, чтобы получить желаемый результат... Природа этого процесса описывается некоторыми фигуляральными выражениями: перестраивание, реорганизация, перекомпоновка, исправление ситуации и т. д. Но, как замечает Клапаред, ни одна из этих речевых фигур не отражает содержания процесса. В частности, они не объясняют, как возникает гипотеза, а это является ключевым вопросом».

При внимательном чтении упоминавшейся выше работы Дункера можно найти определенные ответы на этот основной вопрос¹. Мы рассмотрим их на примере старой головоломки, процесс решения которой изучался в нашем эксперименте. Она заключается в том, чтобы из шести спичек составить четыре равносторонних треугольника, стороны которых равнялись бы длине спички. Субъект, который пытается составить треугольники в од-

¹ Далее автор в сжатом виде рассматривает основные положения теории Дункера. Мы опускаем это место статьи, поскольку читатель может познакомиться с соответствующими положениями из работ Дункера, помещенных в данном сборнике. — Прим. ред.

ной плоскости, испытывает существенную трудность при отыскании причины конфликта, так как он не учитывает возможности использования третьего измерения. Эта задача является прекрасным объектом для экспериментального исследования, поскольку вся проблемная ситуация вполне постижима и поддается обследованию, и, кроме того, такая радикальная перестройка материала свидетельствует о невозможности случайного решения.

Имея в виду, что, согласно Дункеру, решение новой задачи происходит в виде последовательных стадий, имеющих в ретроспективном плане характер решения, а в перспективном—характер задачи, можно предположить, что наша головоломка будет решаться следующим образом:

Первая проблемная стадия: «Каков смысл этой задачи? Как связать его с каждой из спичек?»

Первая стадия решения: «Из данных условий следует, что двенадцать сторон треугольников должны быть составлены только из шести спичек».

Вторая стадия решения: «Это значит, что из *каждой* спички нужно образовать две стороны треугольника. *Каким образом* (вторая проблемная стадия) можно в одно и то же время включить *каждую* спичку в два треугольника?»

Ясно, что последняя стадия представляет собой «функциональное решение» головоломки, в том смысле, в каком это выражение употребляется Дункером (или продуктивная переформулировка первоначальной задачи). Согласно Дункеру, конечное решение выступает в виде *приложения* функционального решения к соответствующим данным конкретной ситуации.

Описываемые ниже эксперименты были направлены на выяснение следующих вопросов: а) проверить справедливость теории, по которой «анализ или развертывание цели» [4] имеет важное значение для успешного решения осмысленных проблемных ситуаций; посмотреть, не облегчают ли вскрытые таким образом «функциональные решения» перестройку материала (для отыскания конечного решения), несмотря на проявление «фиксации»

¹ Важно отличать такие ситуации от произвольных (см. [5], особенно стр. 183—185).

ций»¹; б) создать по возможности строго контролируемые условия эксперимента и получить объективные данные.

II. Эксперименты

Схема эксперимента была построена таким образом, что вначале все испытуемые пытались решать задачу самостоятельно, а затем им оказывалась помощь (экспериментальная группа) в анализе задачи, тогда как другим испытуемым (контрольная группа) такой помощи не давалось.

В эксперименте I количество испытуемых равнялось 35. Когда испытуемый был готов к работе, экспериментатор спрашивал его, не встречался ли он раньше с задачей построения четырех равносторонних треугольников из 6 спичек². Если задача была незнакомой, испытуемому выдавались спички и следовала инструкция: «Из этих шести спичек постройте четыре равносторонних треугольника, стороны которых равны длине спички. Вам не дается никаких ограничений, кроме того, что стороны треугольников должны быть равны длине спички. Все остальные ограничения будут происходить от нас самих, так что постарайтесь избегать их!» Кроме случаев, когда для испытуемого требовалась специальные указания, экспериментатор находился в незаметном месте, тщательно наблюдая за испытуемым и делая вид, что занят записями. Испытуемые быстро включались в решение задачи, думая, что они одни, и поэтому не обращали внимания на экспериментатора. Это позволило последнему продолжать наблюдение и вести записи.

В течение 5 мин. испытуемый решал задачу без прерываний со стороны экспериментатора. Если задача решалась меньше чем за 5 мин., то записывалось время, когда было принято окончательное решение.

Если испытуемый не мог решить задачу в течение 5 мин., то экспериментатор читал ему первое из ряда заранее подготовленных вспомогательных указаний.

¹ Фиксация — это реакция, которая стала настолько доминирующей, что возврат к прежним беспорядочным реакциям (Толмэн) и переход от них к новым и «лучшим» гипотезам затруднен.

² Если решение было известно испытуемому, то ему давалась другая задача.

Поскольку интерес заключался в отыскании доказательств того, что содержание подсказок, а не одно только удлинение рабочего времени является решающим фактором, влияющим на отыскание решения, рабочее время для каждой «подсказки» равнялось 90 сек. Всего было 6 вспомогательных указаний, причем в 5-й подсказке рабочее время было сокращено до 60 сек.

По-видимому, длительность рабочего времени после подсказки была слишком мала, чтобы обнаружился их полный эффект.

Результаты эксперимента I представлены в табл. 1. В ней содержится перечень подсказок, общее рабочее время, отводимое на каждом этапе эксперимента, число испытуемых, которым давались подсказки, и число испытуемых, решивших задачу в то или иное время. Из таблицы видно, что из 35 испытуемых только 10 решили задачу в течение 5 мин. без посторонней помощи.

При оценке полученных данных следует иметь в виду, что здесь не имеет места динамический фактор «фиксации». «Фиксация» в процессе мышления обуславливает невозможность перестройки материала. А без такой перестройки ни эта, ни другая задача¹ не могли бы быть решены. Что касается испытуемых, которые без помощи экспериментатора не решили задачу, то можно увидеть, что для них была характерна «фиксация в подходе к решению». Было очень странно видеть, как грамотные испытуемые энергично решали головоломку, производя лишь бесчисленные вариации и повторения построений фигур в одной плоскости. Однако характеристики «фиксаций» не входят в задачу данной статьи².

Приведенный ряд подсказок как в зеркале отражает тот процесс, который помогает преодолеть фиксации. Из того, что 17 испытуемых из 25, которые получили третью подсказку, не могли ее успешно использовать, следует, что большинство из них встретили определенную трудность при «актуализации» функционального решения, которое является результатом «анализа цели». Это обусловлено наличием «фиксации в подходе к решению», которая была настолько сильна, что всегда заставляла испытуемых строить *плоские* фигуры. В результате имею-

¹ См. ниже задачу о четырехграннике.

² Аналогичные явления описаны у Майера [7] и Дункера [4].

Таблица 1

Результаты эксперимента I: задача со спичками
(N = 35 испытуемых)

Подсказка	Всего отведено времени, мин.	Число испытуемых, получивших подсказку	Число испытуемых, решивших задачу	Данные, %
Без подсказки	5	35	10	28,5
З чем смысл задачи? Как связать его с каждой из спичек?	6,5	25	0	0
Из задачи следует, что 12 сторон треугольников должны быть составлены только из 6 спичек. Это значит, что <i>каждая</i> спичка должна образовать 2 стороны. Если это ваш первый треугольник, то в нем уже есть три спички. Каким образом можно каждую из этих 3 спичек включить в 2 треугольника в одно и тоже время?	8	25	0	0
Что слишком неэкономное расположение, так как если вы хотите каждую спичку первого треугольника включить во второй треугольник, то эта часть слишком далека от тех 2 сторон, которые должны быть общими для обоих треугольников. Как можно сжать расположение спичек?	9,5	25	8	32
Что слишком растянутое расположение. Концы спичек смотрят в разные стороны. Как можно более экономно расположить их?	11	17	4	23,5
Единственно возможный способ решения задачи состоит в том, чтобы соединить треугольники так, чтобы каждая спичка служила ребром двух треугольников одновременно. Но если присоединить второй треугольник с этой стороны, то другие 2 стороны будут слишком далеки от тех, с которыми они должны соприкасаться. Каким другим способом можно соединить один треугольник с другим, чтобы избежать этой трудности?	12	13	1	7,6
	13,5	12	1	41,7

Примечание. После подсказок 1 — 6 не решили задачу 7 испытуемых.

щийся материал не мог удовлетворить требованиям, которые определены в «функциональном решении» (третья подсказка). Четвертая подсказка была направлена на выяснение природы этого конфликта, указывая на то, почему именно расположенный в одной плоскости материал не удовлетворяет требованиям «функционального решения». Пятая подсказка обусловлена тем, что несколько испытуемых расположили спички как раз таким способом. Поскольку, однако, этот способ не помогает уяснению конфликта, его следует считать случайным относительно нашей задачи. Шестая подсказка, содержащая в себе сущность третьей и четвертой, указывает на то, каким же образом следует понять данную задачу. Кроме того, в ней подчеркивается функциональная идея о *соединении*, которая указывает на единственный способ, с помощью которого «функциональное решение» следует применять к данному материалу.

Следующий эксперимент был основан на задаче построения тетраэдра из двух деревянных фигур (см. рис. 1 на стр. 41). Первоначальный тетраэдр, из которого были получены две деревянные фигуры, был разрезан так, что ни одна из четырех его треугольных плоскостей не оставалась треугольной, когда разрезанные части разнимались. На плоскости сечения, образовавшейся в месте разреза, возникли две дополнительные квадратные поверхности. Деревянные фигуры были покрашены в серый цвет, так что испытуемые не могли видеть в различных оттенках их сторон тех признаков, по которым можно было бы найти решение. Чтобы затруднить задачу, экспериментатор всегда показывал фигуры в виде симметричной пары. Как показано на рис. 1, решение предполагает радикальную перестройку материала: те плоскости и грани, которые в двух частях являются гомологичными, в целом тетраэдре находятся в разных положениях (например, одна из длинных граней становится ребром стороны, а другая — основанием и т. д.).

Экспериментальная группа, решавшая эту задачу, состояла из 48 испытуемых, 29 из которых перед этим решали задачу со спичками. Перед началом эксперимента проверялось, знают ли испытуемые о том, что такое тетраэдр. Если объяснения испытуемого были нетвердые, то экспериментатор просил его сделать грубый чертеж, помогая в случае необходимости.

После этого перед испытуемым ставилась задача: «У вас есть две фигуры, из которых нужно составить тетраэдр. Вы видите, что эти фигуры сходны как две капли воды. Каждой поверхности на одной фигуре соответствует такая же поверхность на другой. Попробуйте соединить эти две фигуры так, чтобы получился правильный тетраэдр».

Затем испытуемым давались две фигуры, располагавшиеся симметрично, так что две квадратные плоскости были обращены в разные стороны. Испытуемому давалась возможность обнаружить существенные особенности цели задачи, которые могли бы привести к некоторому «функциональному решению», а от него — к окончательному. Таким образом, эта задача отличается от предыдущей только своим материалом и целью.

Таблица 2

Результаты эксперимента I: задача с тетраэдром ($N = 48$ испытуемых)

Подсказка	Всего отведено времени, мин.	Число испытуемых, получивших подсказку	Число испытуемых, решивших задачу	Данные, %
Без подсказки	2	48	16	33,3
В чем смысл задачи на составление фигуры, имеющей только треугольные	3,5	32	5	15,6
Не значит ли это, что нужно составить большие треугольные грани или по крайней мере для начала	5	27	8	29,6
Какие две из этих плоскостей, рассматриваемых как продолжение друг друга в одной плоскости, т. е. образующих вместе одну плоскость, должны составить плоскость большой треугольной грани, кото-	7	19	16	84,2

Примечание. После подсказок не решили задачу 3 испытуемых.

Для решения задачи без помощи экспериментатора давалось 2 мин. Здесь рабочий период был короче, потому что эта задача легче, чем предыдущая. После первой подсказки давалось еще 1,5 мин. Столько же времени давалось после второй подсказки. Наконец, если в этом была необходимость, следовала третья, последняя подсказка; после нее рабочий период равнялся 2 мин., а затем эксперимент заканчивался.

Результаты эксперимента с тетраэдром представлены в табл. 2. Здесь же приводится и содержание трех вспомогательных указаний.

Следующим шагом исследования было повторение решения задач со спичками и с тетраэдром на испытуемых контрольной группы. Единственное отличие контрольного эксперимента II от описанного выше заключалось в содержании подсказок. Поскольку цель контрольного эксперимента состояла в том, чтобы определить, как влияет содержание подсказок на увеличение числа решивших в экспериментальной группе, была подготовлена серия контрольных подсказок, в которых не содержалось анализа цели задачи. Эти подсказки предназначались для того, чтобы только подбодрить испытуемых контрольной группы. Далее, чтобы показать, что изменение рабочего времени в экспериментальной группе не было решающим фактором, влияющим на ход решения, испытуемым контрольной группы давалась возможность продолжать решение, если они этого хотели, уже после истечения отведенного времени. Однако было трудно разрешать всем испытуемым контрольной группы продолжать решение в течение длительного времени; поэтому если были просьбы закончить работу, то они удовлетворялись. Результаты контрольного эксперимента для задачи со спичками представлены в табл. 3.

Четверо испытуемых контрольной группы (или 19 %) решили задачу в течение 5 мин. без посторонней помощи. (В экспериментальной группе соответствующее число равно 28,5%. Стандартное отклонение, равное приблизительно 11,5, показывает, что относительно этих показателей обе группы отличаются незначительно.) Четверо из оставшихся 17 испытуемых контрольной группы нашли решение после первоначальных 5 мин. В экспериментальной группе 18 из 25 испытуемых, которые не получали подсказок, решили задачу с помощью экспери-

ментатора. Другими словами, только 7 человек в эксперименте I не справились с задачей после подсказок, тогда как в эксперименте II соответствующее число равно 13. Если исключить количество испытуемых, решивших задачу в обеих группах за первые 5 мин., то окажется, что в эксперименте I 72% решили задачу с подсказками (18% не решили), в то время как в эксперименте II 76% не решили и 24% решили. Это различие статистически значимо.

Таблица 3

Результаты эксперимента II: задача со спичками ($N = 21$ испытуемый)

Подсказки	Всего отведено времени, мин.	Число испытуемых, получивших подсказку	Число испытуемых, решивших задачу	Данные, %
Без подсказки	5	21	4	19
Вы помните содержание задачи?	6, 5	17	0	0
Хотите, чтобы я повторил вам задачу?	8	14	0	0
Люди часто находят эту задачу трудной	9,5	13	0	0
Эта задача имеет решение	11	12	1	8,3
Я могу вам показать решение, если хотите, но мне хотелось бы, чтобы вы	12	11	1	9
Дать вам еще 1—2 мин.?	Не ограничено	9	2	22

Примечание. 13 испытуемых не решили задачу.

34 испытуемых контрольной группы в эксперименте II решали задачу с тетраэдром. Из них 10 человек перед этим решали задачу со спичками. Результаты для этих 34 испытуемых представлены в табл. 4. Процент решивших задачу без помощи экспериментатора в течение первых 2 мин. почти одинаков в обеих группах, в то время

как процент решивших после этого периода в одном случае существенно отличается по сравнению с другим¹.

Таблица 4

Результаты эксперимента II: задача с тетраэдром ($N = 34$ испытуемых)

Подсказка	Всего отведено времени, мин.	Число испытуемых, получивших подсказку	Число испытуемых, решивших задачу	Данные, %
Без подсказки	2	34	11	32
Эта задача имеет решение Я могу показать вам решение, если хотите. Но мне хотелось бы, чтобы вы Дать вам еще 1—2 мин.?	3,5 5 7	23 18 14	4 4 4	17,3 22,2 28,6

Примечание. 11 человек не решили задачу.

III. Обсуждение

Мы не будем принимать во внимание тех решений, которые были найдены без посторонней помощи, так как они не связаны с различием условий, создаваемых в эксперименте для одной и другой группы испытуемых. Естественно, это не мешает нам считать, что причиной этих решений был анализ цели. Сущность решений, принимаемых благодаря «анализу цели», обстоятельно рассмотрена в работе Дункера. Поскольку его анализ продуктивного мышления подкреплен большим количеством данных [4], мы коснемся в этом разделе некоторых других аспектов.

Бине был первым, кто указал на значение результата или цели. В его схеме подчеркиваются такие понятия, как *направленность, адаптация и критичность* [1]

¹ Далее автор описывает аналогичные эксперименты, проведенные на других испытуемых. Их методика была несколько видоизменена, в основном для того, чтобы исключить возможность объяснения различий в экспериментах I и II интеллектуальными различиями испытуемых. — Прим. перев.

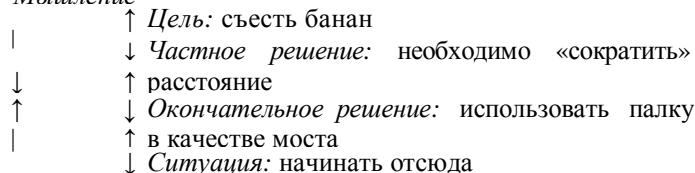
стр. 136]. Он отмечает: «Интеллект является невидимой частью этих действий, которые кажутся механическими. Но как этот интеллект функционирует? Ответить на этот вопрос трудно. Субъект выполняет умственные операции, которые в основном скрыты от нас, так как он ничего не говорит о них. Исследования, проведенные на дефективных детях, и их ошибки позволяют нам подойти к анализу этих умственных операций» [1, стр. 102].

«При анализе умственных действий обнаруживается, что они состоят из следующих элементов: а) осознание результата, который следует получить, например фигуру, которую нужно построить; этот результат (или цель) должен быть хорошо понят и сохраняться в памяти; б) проверка различных комбинаций с точки зрения этой руководящей мысли, которая часто бессознательно определяет тот шаг, который нужно сделать; в) оценка комбинаций путем сравнения их с образцом и выяснение сходства между ними»¹.

Продуктивное мышление как анализ цели

Можно противопоставлять «мышление» и «действие» как два разных, по дополняющих друг друга аспекта решения (см. схему). Последнее состоит из моста, проложенного между вами и той целью, которую нужно достичь (например, съесть банан).

Мышление



Действие

Хотя внешнее поведение всегда рассматривается подробно (например, в концепции «проб и ошибок»), «анализ цели», или осуществление выводов из ее осмысливания, обычно ускользает от внимания исследователей.

¹ Из перевода Кайта (E. S. Kite) книги Бине и Симона «The Development of Intelligence in Children», p. 198.

В задаче содержится как материал, или данные, с которыми нужно оперировать, так и цель. Имеется наиболее и наименее интеллектуальный способ решения задачи. Неинтеллектуальное (неэффективное) решение начинается с действий над материалом, которые протекают в виде проб и ошибок; в них не выделяется цель задачи. Это «начинание от материала» порождает фиксации и ставит субъекта в зависимость от случайных обстоятельств, позволяющих выработать рабочий план. Наоборот, интеллектуальный (эффективный) подход «начинается с цели задачи», или анализа цели¹. При таком способе мышления вначале определяется цель задачи, которая не теряется из виду. Далее, посредством процесса развертывания (который иногда протекает в виде рассуждения, а иногда в виде восприятия) мышление заменяет первоначальную цель новой, более простой [4]. Трудность рассмотрения процесса решения задач как анализа цели или инсайта связана с тем, что мышление человека в этом случае кажется гораздо более эффективным, чем на самом деле. В данной работе вовсе не утверждается, что цель так или иначе достигается. Мы далеки от этого. Мы хотим только показать, как протекает мышление, когда оно включается в процесс отыскания решения.

Эти эксперименты дали нам косвенные данные, относящиеся к так называемому анализу цели. Бине, по-видимому, имел этот процесс в виду, когда говорил: «Одной из первых характеристик, отличающих развитый интеллект от отсталого, является способность направлять процесс мышления» [I, стр. 139].

Он показал, что можно распределить людей по уровню интеллекта от наиболее отсталых до наиболее развитых, если экспериментально ответить на следующие вопросы: «Можно ли вызвать или фиксировать внимание субъекта на данном предмете? Может ли это внимание, раз вызванное, поддерживаться в течение определенного времени? Если имеется причина, отвлекающая внимание, может ли оно возвращаться к первоначальному предмету? Может ли оно не реагировать на отвлекающие факторы и оставаться фиксированным на предмете,

¹ Дункер показал, что анализ цели всегда соотносится с данным материалом.

² По этому вопросу см. Вертгаймер [10].

несмотря ни на какие посторонние воздействия? Вот четыре градации, которые соответствуют высшему уровню организации внимания» [1, стр. 28]. Бине на нескольких примерах показал, как эти четыре градации внимания образуют иерархию интеллектуальных уровней у разных субъектов. Очевидно, анализ цели требует высшего уровня умственных способностей.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. B i n e t A., S i m o n T.H., *The Intelligence of the Feeble minded*, Baltimore, Williams and Wilkins, 1916.
2. C l a p a r e d e E., *La genese de l'Hypothese: Etude de expérimentelle*, «Arch. de Psychol.», 1933, 24, 1-155.
3. Duncker K., *A qualitative study of productive thinking*, «Ped. Sem. and J. of Genet. Psychol.», 1926, 33, 642—708.
4. Duncker K., *On problem-solving*, «Psychol. Monogr.», 1945, 58, № 270.
5. Duncker K., K r e c h D. *On solution-achievement*, «Psychol. Rev.», 1939, 46, 176—185.
6. Köhler W., *Gestalt Psychology*, N.Y. Liveright, 1929, p. 403.
7. Maier N.R.F., *Reasoning in humans. I. On direction*, «J. Comp. Psychol.», 1930, 10, 115—143.
8. Maier N.R.F., *Reasoning in humans. II: The solution of a problem and its appearance in consciousness*, «J. Comp. Psychol.», 1931, 12, 181-194.
9. Ruger H., *The psychology of efficiency*, «Arch. of Psychol.», 1910, 15.
10. Wertheimer M., *Productive thinking*, N.Y. Harper, 1946, p. 224.
11. Woodworth R.S., *Experimental Psychology*, N.Y. Holt, 1938, p. 889.
12. Vigotsky L.S., *Thought and speech*, «Psychiatry», 1939, 12, 29—52.

Л. Секей

Знание и мышление¹

Введение

Проблема нашего исследования хорошо иллюстрируется случаем, произошедшим в Будапештском университете.

Студенты юридического факультета сдавали зачет по уголовному праву. Разбиралась статья закона, гласившая: «Повреждение или уничтожение собственности другого лица с целью мести является преступлением и подлежит наказанию...»

Экзаменатор спросил первого студента: «Предположим, вы — судья и должны вынести решение по следующему делу: некто обвинен в том, что он сознательно, из мести закинул перстень в реку».

Студент ответил: «Я признал бы его виновным». Экзаменатор возразил: «Но ведь перстень не был поврежден или уничтожен. Позвали водолаза, тот достал перстень: он был в точности таким же, как прежде». Второй студент сказал: «Я бы оправдал обвиняемого». — «Почему?» — «Потому что перстень остался невредимым». — «Что же, всякий может мстить кому угодно, швыряя его вещи в реку, лишь бы они не боялись воды? И суд будет признавать это нормальным?...»

Шесть или семь опрошенных не смогли разрешить этой казуистической дилеммы. В конце концов очередной студент заявил: «Я все же применил бы данную статью закона и осудил бы обвиняемого». — «Каким образом?» — «Действительно, перстень, как физический

¹ L. Székely, Knowledge and thinking, «Acta psychologica» 1950, VII, № 1, p. 1—24.

объект, остался невредимым и неизменным, попав в реку. Однако он еще и объект стоимости. Его можно заложить, продать и т. д. Находясь на дне реки, он терял свою стоимость и вновь обретал ее, лишь если кто-либо извлекал перстень из воды. Это может сделать водолаз, однако труд его подлежит оплате. Размеры этой оплаты, очевидно, эквивалентны ущербу или повреждению имущества, о которых идет речь в данной статье закона».

Экзаменатор признал ответ правильным.

В описываемом случае проблема решалась только тогда, когда перстень рассматривали с новой точки зрения, не как физический предмет, а как предмет стоимости. Понятие об ущербе, повреждении перешло из конкретного механического смысла в смысл экономический, стоимостный. Перстень как понятие оказался как бы реорганизованным, изменившим структуру.

Есть ли что-то необычное в представлении о перстне как объекте стоимости? Отнюдь нет. Наоборот, признак ценности всегда входит в понятие о ювелирном изделии.

На вопрос, сколько бы они дали за перстень, лежащий на дне реки, все экзаменуемые, без сомнения, ответили бы: «Нисколько! Он ничего не стоит, пока находится там».

Что же в действительности оригинального и необычного в способе решения данной юридической задачи? В процессе мышления мы оперируем прежде всего такими признаками предмета, которые являются наиболее общеупотребительными.

Статья закона, о которой шла речь, относилась прежде всего к прямым физическим разрушениям и повреждениям предметов собственности, и экзаменуемые обычно рассматривали проблему только под этим углом зрения.

Может быть, неудачи некоторых из них объяснимы разницей в их подготовленности и эрудиции? Маловероятно. Юридическая терминология была достаточно хорошо известна им всем, а факт, что перстень обладает известной стоимостью, ни для кого из них не мог быть тайной.

Все дело в том, что последний студент соотнес с ситуацией то, что непосредственно не дано в ней —

необходимость оплаты труда водолаза,— в то время как остальные исходили только из самых обычных особенностей ситуации.

Вообще в описанном случае мы сталкиваемся с проблемой соотношения знания и мышления. Чтобы решить определенную задачу, нужны какие-то знания. Тем не менее далеко не все лица, обладающие знаниями, достаточными для решения задачи, способны использовать эти знания продуктивно.

Житейский опыт часто влияет на подход к научным проблемам. В психологии это приводит к некоторым, не очень, впрочем, ясным теориям о временной локализации продуктивного мышления. Согласно этим теориям, все мыслительные процессы, из которых слагается продуктивное мышление, имеют место только в моменты, когда человек непосредственно размышляет над задачей. Будет ли она решена, зависит всецело от хода протекающих мыслительных процессов, а не от процессов, имевших место в прошлом (в ходе которых, в частности, приобретены и знания, необходимые для решения данной задачи).

Проверка этого допущения и составляет цель нашего исследования.

Соотношение знания и мышления

Функциональную связь между обучением (приобретением опыта), знанием и мышлением можно рассматривать в трех различных аспектах.

Знание есть первый конечный результат обучения, житейского опыта и в более редких случаях самостоятельного мышления или самоанализа.

Во-вторых, знание — отправная точка для переработки и понимания чего-либо нового, т. е. для движения мысли. Наше отношение к текущим событиям фактически зависит от нашего прошлого опыта, принимаем ли мы эти события как само собой разумеющиеся или как непонятные, требующие объяснения и заставляющие размышлять [13].

В-третьих, запас знаний служит материалом, используемым в процессе мышления как для решения данной проблемы, так и для формулирования новых проблем.

Таким образом, знание можно исследовать в следующих его основных функциях: а) как конечный результат мышления, б) как отправную точку мышления и в) как средство процессов мышления и обучения.

В области психологии памяти большое внимание уделялось проблеме знания как конечного результата обучения и житейского опыта. В качестве результата продуктивного мышления оно также изучалось многими авторами. В этой связи надо отметить исследования Р. Катца [6], Ж. Пиаже [9], И. Хуанга [3], Э. Беккера [2] и К. Рашпе [10]. Как известно, все эти исследования были выполнены главным образом методом беседы.

Знание как отправная точка мышления экспериментально еще не изучалось. Работы Секея [11, 13, 16] представляют первый шаг в этом направлении. В этом плане знание может быть исследовано в таких экспериментах, когда испытуемый вынужден предусмотреть последствия определенной, не встречавшейся ему прежде ситуации. В подобных экспериментах можно наблюдать, каким образом испытуемый применит на практике тот или иной запас знаний, хранящийся в его памяти; можно наблюдать, как знания, давно не применявшиеся и не поддающиеся активному воспроизведению (так называемые «забытые» знания), тем не менее могут быть использованы при решении задачи.

При исследовании знания как средства мышления некоторые экспериментальные задачи мы давали как практические.

С целью исследования методологической ценности предложенной дифференциации функций знания в мышлении и особенно для выяснения теоретической стороны дела мы в нескольких предварительных экспериментах предъявляли испытуемым одну и ту же задачу во всех трех перечисленных аспектах. В первом эксперименте испытуемый сталкивался с новым для него явлением, которое он должен был объяснить после наблюдения. Во втором эксперименте требовалось предусмотреть то же явление до того, как оно произошло. В третьем эксперименте нужно было применить это явление для выполнения практического задания, связанного по смыслу с данным явлением. Разумеется, в каждом опыте участвовали различные испытуемые.

Предварительный эксперимент

1. *Объяснение нового явления после наблюдения его.*
Огарок свечи прикрепляется на конец планки длиной около 40 см. Планка уравновешивается на стесанном ребре трехгранной призмы (рис. 1). Затем свеча

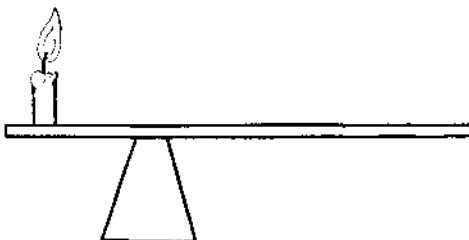


Рис. 1. Задача на уравновешивание.

зажигается. Через несколько минут планка наклоняется вправо и падает. Испытуемому предлагают объяснить, почему это произошло.

2. *Предвидение события.* Те же предметы приводятся в то же положение, но свечу не зажигают, а испытуемого спрашивают: «Что произойдет, если свеча будет зажжена?»

Как мы видели в опытах, предвидеть этот эффект заранее гораздо труднее, чем объяснить его после наблюдения. Маленькие дети не в состоянии предусмотреть падение планки, хотя способны объяснить это явление, увидев его. Способность предвидения, предсказания вообще более важна социально. В повседневной жизни каждый может оказаться в ситуации, требующей выбора того или иного пути; подобного рода выбор будет зависеть именно от способности предвидеть.

3. *Найти решение самостоятельно.* Те же предметы (планка, призма, свеча) и несколько различных мелких предметов, в том числе спички, помещают на столе перед испытуемым [11]. Ему предлагают положить на один конец планки какой-либо предмет и затем уравновесить планку на призме, но так, чтобы уравновешивание осуществлялось автоматически, без прикосновения рук испытуемого, хотя бы в течение некоторого времени.

В такой форме задача наиболее трудна, и ее решение в большинстве случаев требует известного времени и значительного умственного напряжения.

Обсуждение результатов. Мы позволим себе ограничиться лишь качественным анализом предварительных экспериментов.

Основным элементом знания, обеспечивавшим решение задачи во всех трех экспериментах, был факт потери веса свечой при горении. Сам по себе этот факт общеизвестен. Почему же значительное число испытуемых затруднялось использовать это знание? Что именно делало задачу столь трудной? Как возникала мысль: «Зажечь свечу, поставить на планку и уравновесить ее этим?»

Таковы были вопросы, интересовавшие нас. Отчеты испытуемых оказались совершенно бесполезными в этом отношении.

Описать процессы мышления, протекавшие у испытуемых в эксперименте, — задача экспериментатора и никоим образом не испытуемого. Дело экспериментатора построить гипотезу и соответствующим образом проверить ее в различных вариантах эксперимента. В данном случае мы предположили, что для среднего взрослого испытуемого наших дней постоянный вес является общим признаком всех предметов (твердых тел в физическом смысле), в том числе и свечи. Вес и в самом деле является существенным признаком, входящим в понятие «свеча»; в то же время потеря веса от сгорания не является непременным, обязательным, существенным признаком этого понятия, по крайней мере для большинства испытуемых. Ему не приходится обращать внимание на это свойство свечи в повседневной жизни, не приходится какими-либо действиями реагировать на это свойство. Говоря психологически, это скрытое (латентное) свойство предмета. Решение задачи нашими испытуемыми требовало обнаружения этого латентного свойства и превращения его в ведущее свойство, т. е. изменения структуры («переструктурирования») понятия «свеча». Эта гипотеза может быть доказана или опровергнута не через интроспекцию испытуемого, а только через контрольные эксперименты.

В этих экспериментах мы видоизменили задачу: среди предметов, разложенных перед испытуемым, наряду

со свечой помещали пузырек с надписью «эфир» или «бензин». Это летучие вещества. Их быстрое испарение представляет собой не скрытое, а практически важное свойство, известное каждому из повседневного опыта, требующего в быту постоянных мер предосторожности. Если в экспериментах со свечой требовалось применить в задаче скрытое латентное свойство предмета, требовалось как-то реорганизовать имеющееся знание, то здесь эта трудность отсутствовала: летучесть содержимого и связанная с ним потеря веса пузырька была для всех очевидной.

Действительно, в контрольных опытах с эфиrom и бензином задача решалась быстро даже больными прогрессивным параличом, в прочих случаях совершенно неспособными к продуктивному мышлению. В то же время эти пациенты неправлялись с задачей, когда им предлагали выполнить ее с помощью какого-либо иного предмета, кроме сосуда с летучей жидкостью, из числа разложенных перед ними [11].

Таким образом, можно наметить некоторые особенности функциональной связи между знанием и мышлением:

1. Существует некоторое «исходное знание» (например, о том, что «твёрдые тела имеют неизменный вес»), непосредственно не обнаруживаемое в процессе мышления, но влияющее на него. Различные установки на решение задачи, характер подхода к ней — все это зависит от «первичного знания», которое тем самым содействует или препятствует выбору верного направления мышления. Состав этого первичного знания и его функциональная роль могут быть раскрыты с помощью соответствующих изменений экспериментальных условий. Интроспекция испытуемого не может доставить какую-либо полезную информацию для исследования.

2. В процессе продуктивного мышления часть знаний реорганизуется.

3. Реорганизация исходного знания происходит главным образом в мыслимом объекте (например, свече), как бы воплощающем это первичное знание. Успешность решения задачи зависит от итога такой реорганизации.

4. Превращения и трансформации этого исходного знания, его реорганизация в ходе продуктивного мышле-

ния не могут быть обнаружены интроспективно. Лишь итог реорганизации выступает как молниеносная догадка («Ага!», «Эврика!»). Анализ и объяснение изменений, происходящих с исходным знанием в процессе мышления, можно получить только в систематическом экспериментальном исследовании.

В принципе безразлично, ищет ли испытуемый объяснение наблюдаемому явлению, пытается ли он его предвидеть или использовать как принцип решения определенной задачи. Он начинает с некоторого исходного знания, перестраиваемого в процессе мышления; с мыслимого объекта, который в дальнейшем процессе мышления обогащается новыми качествами, и в конце решения задачи индивид обладает уже модифицированным знанием.

Три экспериментальные ситуации отличаются друг от друга по степени трудности требуемого преобразования исходного знания. При этом надо отметить, что переструктурирование знания зависит не только от характера самого этого знания, но и от ситуации в целом [12; 15].

Функциональные отношения между научением, знанием и мышлением

Предварительные эксперименты позволили до известной степени выяснить соотношение между знанием и мышлением. Целью дальнейших экспериментов являлось изучение функциональных отношений между научением, знанием и мышлением. С этой целью мы предлагали испытуемым такую задачу, решение которой требовало некоторых знаний, приобретенных в процессе предшествовавшего обучения. В данном случае в экспериментах было использовано знание гидростатического закона Архимеда. Решению задачи, которая ставилась перед испытуемыми, предшествовало ознакомление испытуемых с этим физическим законом.

Городская экспериментов. Задача с наклонной плоскостью [13].

Посреди наклонной площадки помещена маленькая тележка, привязанная за шнурок. Шнурок перекинут через блок, закрепленный у верхнего края площадки, и оканчивается металлическим грузилом, частично погру-

женным в стеклянный сосуд с водой. Грузило и тележка заранее уравновешены и находятся в покое. Рядом поставлен еще один сосуд, наполовину заполненный водой; в него опущена пипетка (рис. 2).

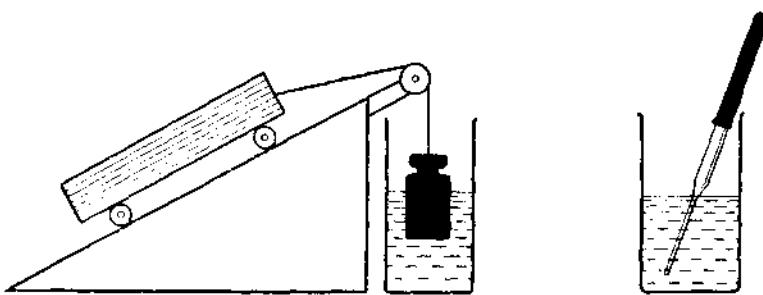


Рис. 2. Задача с наклонной плоскостью.

Методика. Испытуемому предлагалось ответить на следующий вопрос: «Как вы могли бы поднять эту тележку на 1—2 см вверх по наклонной площадке, пользуясь только пипеткой и не касаясь тележки? Подумайте, как можно решить эту задачу?»

После того как испытуемый решал эту задачу (или отказывался решать ее), металлический груз заменялся деревянным. Он тоже частично погружен в воду так, что тележка уравновешена с ним. Испытуемому предлагалось решить ту же задачу в этой новой ситуации.

Данный эксперимент был включен в процессе решения серии других задач, также требующих знакомства с гидростатическим законом как начальным знанием. Эти эксперименты будут обсуждаться в дальнейшем. В конце экспериментов с помощью устных тестов проверялись знания испытуемых о законе Архимеда.

В экспериментах участвовало 38 студентов Стокгольмского университета.

Результаты. Приведем вначале несколько типичных протоколов.

Протокол № 1. Испытуемый некоторое время молчит, размышляя. «...Я не очень силен в физике... Однако, думаю, это возможно... (долгое молчание, раздумье). А что если... убавить немного воды?...» Эксперимента-

тор: «Зачем?» — «Тележка двинулась бы кверху...» Экспериментатор: «Да». — «Ага!... Мне кажется, груз тогда бы опустился... нет, минуточку... Но это-то и невозможно. Скажем, здесь совсем не было бы воды... Тогда как раз надо бы ее добавить...» Экспериментатор: «Зачем?»— «...По-моему, добавка воды увеличила бы давление на груз и он опустился бы глубже». Испытуемый явно не уверен, ожидаемый эффект ему не ясен.

Опыт с деревянным грузом.

Испытуемый: «Этот противовес сделан из дерева... Ага!.. Теперь понятно! Убавим воды. Если ее прибавить, то дерево всплывает выше... А нам нужно наоборот, подвинуть противовес вниз». На этот раз он вполне уверен в правильности решения.

Протокол № 2. «Если тело погружено в воду, оно теряет в весе столько, сколько весит вытесненная им вода... Но вот в этом случае я не уверен... Груз подвешен на шнурке... Что здесь важней, вес шнурка или потеря в весе на 1 г воды? Ладно... в воде все весит меньше, чем когда его вынесешь из воды... Тут аналогичный случай. Нужно заставить груз опуститься, а вода поддерживает его, значит, ее нужно убавить».

Опыт с деревянным грузом.

«Здесь принцип тот же самый, хотя дерево легче воды». Далее испытуемый замечает: «В этом случае догадаться гораздо легче».

Протокол № 3. «Отлить воду. Всякое тело теряет вес в воде. Если ее выплыть или отлить, тогда груз опустится». Экспериментатор: «А в случае деревянного груза?» — «То же самое».

Металлический груз для многих испытуемых оказывается камнем преткновения: «Разве давление или выливание воды может сместить груз?!..» «Надо утяжелить груз; но разве он станет тяжелее от добавления или убавления воды?» — «Груз держится на шнурке, вода на него никак не влияет». — «Вес не может измениться от того, добавим мы воды или отольем ее» и т. д.

Имея дело с деревянным противовесом, все испытуемые сразу понимали, что уровень воды должен быть понижен, чтобы заставить поплавок опуститься и потянут за собой шнурок с тележкой, поднимая ее. В случае же с металлическим грузом для многих лиц было не ясно или по крайней мере не сразу ясно, что должно

быть сделано для решения задачи и каковы причинно-следственные связи при этом. Некоторые из них могли справиться с первой задачей (металлический груз) только после решения второй задачи (дерево). Их поражало, что уровень воды в сосуде должен быть понижен в обоих случаях, несмотря на фундаментальную разницу в плавучести металла и дерева. Они ожидали, что задача в том или другом случаях должна решаться противоположными способами, поскольку «металл тонет, а дерево всплывает».

Многие испытуемые находили, что вторая задача «более удобопонимаема», чем первая. Замена металла деревом резко меняла характер ситуации, делая решение очевидным. Почему же в действительности одна ситуация оказалась настолько проще другой для понимания?

Пока металлический груз висел на шнурке, полупогруженный в воду, испытуемые не замечали никакой связи между расположением груза и уровнем воды. Небольшой избыток или недостаток воды не мог как будто повлиять на положение груза. Поэтому было непонятно, как поступать с водой. Когда же приходилось иметь дело с куском дерева, легко было видеть, что его положение обусловлено уровнем воды. Дерево плавает, металл тонет; если в данном случае последний не тонул, то лишь благодаря удерживавшему его шнурку. Уровень воды представлялся таким элементом экспериментальной ситуации, который можно произвольно варьировать, не меняя ничего в отношении остальных элементов (положение груза или тележки). В задаче с деревом взаимозависимость всех элементов, в том числе роль уровня воды для положения груза и тележки, была очевидной.

Подход испытуемых к этим двум задачам свидетельствует о характере «исходного знания», влиявшего на ход мысли в том и другом случаях. И там, и здесь проблема решалась на основе эмпирического житейского знания: «Металл тонет, дерево плавает». Согласно этому правилу, всплытие и погружение тел в жидкости представлялись противоположными качествами, требовавшими совершенно различных действий. Именно те лица, которые быстро и правильно решили первую задачу, приступили к ней с иным исходным знанием: они

исходили из гидростатического закона Архимеда, усвоенного при изучении физики. Согласно этому закону, плавучесть тел не является присущим им качеством. Будет ли тело плавать или нет, зависит от соотношения его веса и веса вытесненного им объема воды. Погружение и всплытие — не противоположные, несовместимые свойства, а проявления одного и того же закона. У тех лиц, которые после ошибок и колебаний, чаще всего после решения второй задачи, поняли смысл первой из них, первичное знание перестроилось в процессе решения.

Все эти лица изучали физику и гидростатику одновременно. Очевидно, для части испытуемых знание закона Архимеда оказалось неоперативным, не могло выступать в качестве первичного знания при решении практических задач, это знание попросту забылось. Устный опрос показал, что 18 испытуемых могли сформулировать этот закон, 20 других не были в состоянии сделать это сколько-нибудь удовлетворительно. Первую группу обозначим как «лица с адекватно усвоенным знанием»; вторую группу — соответственно «лица с неадекватно усвоенным знанием». В табл. 1 показано количество правильных решений задачи с металлическим грузом для обеих групп.

Таблица 1

Исходное знание, оказавшееся функционально действенным для решения задачи с тележкой на наклонной плоскости (при металлическом грузе)

Испытуемые	Научное знание закона Архимеда	Житейское знание закона Архимеда	Нет знания
Лица с адекватно усвоенным знанием (18 человек)	17	1	-
Лица с неадекватно усвоенным знанием (20 человек)	8	9	3

Из табл. 1 видно, что лица с адекватно усвоенным знанием более или менее успешно решали задачу с металлическим грузом. Некоторые из них, однако, обнаруживали колебания и неуверенность; полное понимание сути дела у них наступало лишь после решения задачи с деревянным грузом. Уже в ранее проведенных

экспериментах [13; 15], в которых испытуемым предлагалась та же задача, выявились группа лиц, неспособных решить первую задачу, несмотря на адекватно усвоенное знание гидростатического принципа. С другой стороны, 8 человек сумели справиться с задачей, не обладая адекватно усвоенным знанием. Очевидно, элементы знания, не поддающиеся сознательному воспроизведению, оказались функционально действенными и помогли в решении задачи, что, вообще говоря, довольно странно. Чем это может быть объяснено?

В прежних статьях [13; 15] была сформулирована следующая гипотеза относительно процесса понимания: когда человек впервые изучает гидростатический принцип (в процессе обучения), он уже имеет какие-то эмпирические знания по данному вопросу («металл тонет, дерево всплывает»), но не более того. При изучении закона Архимеда это наивное знание выступает в качестве исходного знания в оговоренном нами смысле. Переработка этого первичного знания и процессе обучения (безразлично, изменится ли оно радикально или практически останется тем же) составляет суть психологической ассоциации («понимания») нового учебного материала.

«Житейское знание» выступает как несовместимое с научным знанием гидростатического закона. Согласно первому, все тела делятся на две резко разграниченные группы: те, что тонут в воде, и те, что плавают в ней. Усвоив закон гидростатики, человек достигает более гибкого, дифференцированного понимания физическом мира. Плавающие и тонущие объекты из противоположных категорий предметов становятся объектами единого закона физики. Тем самым наивное эмпирическое знание реорганизуется, трансформируется. Эта реорганизация и соответствует тому, что мы называем процессом понимания.

Если процесс происходит именно таким образом, имеет место сознательное обучение. В дальнейшем, при столкновении с задачами, подобно описанным, преобразованное знание вновь выступает в роли «исходного знания»; если преобразования фактически не произошло, т.е. данное лицо не усвоило по-настоящему учебный материал, оно вынуждено оперировать в конкретных задачах все тем же наивно эмпирическим знанием.

С годами словесная формулировка научного закона может быть и забыта, но для процесса решения задачи это не играет решающей роли: здесь все зависит от предшествующей ассилиации учебного материала с тем или иным переструктурированием еще более раннего эмпирического знания.

Излагаемая гипотеза сознательного обучения включает два главных принципа:

1. *Принцип аналогии или соответствия между сознательным обучением и продуктивным мышлением.* Как в том, так и в другом процессе всегда можно выделить некоторое исходное «первичное знание», функционально действенное либо полностью осознанное, которое в данном процессе реорганизуется, изменяется. Как тот, так и другой процесс имеет своим окончательным результатом именно эту перестройку, трансформацию определенной совокупности знаний.

2. *Принцип функционального тождества между сознательным обучением и продуктивным мышлением.* Оно определяется прежде всего особенностями самого процесса ассилиации учебного материала независимо от того, будет ли он в дальнейшем использован в процессах решения задач. Лишь подлинно усвоенное знание может служить материалом в последующих процессах продуктивного мышления. Исходное знание, от которого начинается процесс решения той или иной проблемной ситуации, в свою очередь определяется особенностями характерных элементов предшествовавшего процесса обучения.

Катона [4] показал, что процесс «понимания» идет в точном соответствии с особенностями организации обучения. Первый принцип, изложенный нами, имеет несколько более широкий смысл, относящийся не только к организационной, но и к содержательной структуре обоих процессов, к преобразованиям этой структуры.

Однако результаты наших опытов можно истолковывать не только в духе данных двух принципов, по и совершенно иначе. Вообще говоря, можно допустить, что функционально действенное исходное знание практически не зависит от предыдущего обучения, а целиком определяется заданной проблемной ситуацией.

Такого рода интерпретация в свою очередь подлежит экспериментальной проверке; мы произвели ее, ви-

доизменив характер проблемной ситуации. Последняя была разбита на две части: одна часть могла быть решена исключительно путем сознательного и точного применения закона Архимеда; вторая же часть задачи могла решаться как тем же путем, так и посредством наивного эмпирического знания. Эти части мы обозначили как гидростатические задачи II и III.

Экспериментальное оборудование и методика

1. Гидростатическая задача II. Оборудование включает дощечку (50Х10 см), свободно качающуюся на

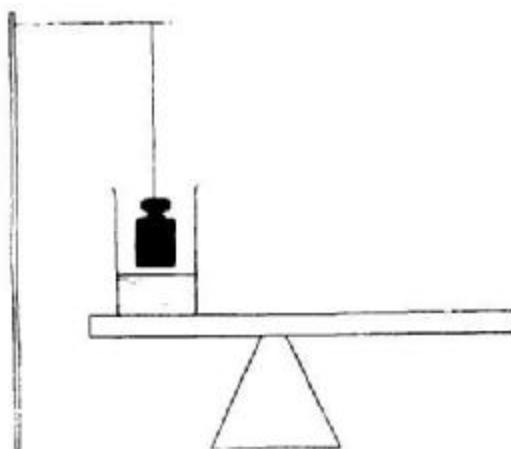


Рис. 3. Гидростатическая задача II.

ребре призмы. В присутствии испытуемого на один конец дощечки ставится сосуд, наполовину налитый водой (рис. 3), и дощечка приводится в равновесие. Над сосудом висит металлический груз на шнуре, привязанном к перекладине штатива. Испытуемому задают вопрос: «Представьте себе, что этот груз опущен и наполовину погружен в воду. При этом он не касается стенок или краев сосуда. Произойдет ли тогда что-нибудь? Если да, то что именно?»

После того как испытуемый выскажет свое мнение, верное или нет, либо откажется от решения задачи, металлический груз заменяется деревянным цилиндром

той же формы и размеров. Прежний вопрос задается вторично уже в этой ситуации.

2. *Гидростатическая задача III* (симметричное расположение грузов). Прямоугольная планка длиной около 50 см уравновешена на конце стержня, как показано на рис. 4. На левом конце планки подвешен небольшой

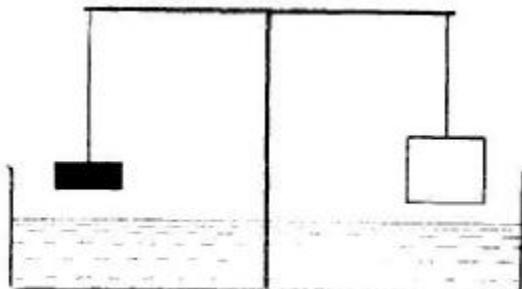


Рис. 4. Гидростатическая задача III (симметричное расположение грузов).

металлический груз, на правом - деревянный груз того же веса. Под ними помещен сосуд с водой, поверхность которой не соприкасается ни с одним из висящих грузов.

Испытуемого спрашивают: «Предположим, мы наполняем сосуд водой до тех пор, пока оба предмета не погружаются в воду примерно на 2 см. Что должно произойти?» После обсуждения возможных последствий в данном случае испытуемому предлагается новая задача.

3. *Гидростатическая задача III* (несимметричное расположение грузов). В тех же приспособлениях крупный деревянный груз заменен маленьким грузом деревянным, соответствующим по размеру и форме металлическому грузу (в этом случае они различаются по весу). Чтобы их уравновесить, приходится передвинуть горизонтальную подвесную планку вправо по закону рычага (рис. 5). Испытуемому предлагается вопрос, аналогичный предыдущим.

Гидростатическую задачу II решали все 38 лиц, участвовавших в первой серии опытов. Гидростатическая задача III предложена 21 из них.

Особенности решений задач II и III. В чем заключаются различия между задачей I («тележка на наклонной плоскости») и задачей II? Из учеб-

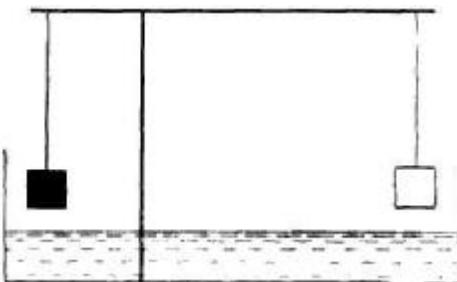


Рис. 5. Гидростатическая задача III
(несимметричное расположение грузов).

ного курса физики мы знаем, что тела, погруженные в жидкость, теряют часть веса, согласно закону Архимеда. Однако для многих так и остается неясным, что эта «потеря веса» компенсируется возросшим давлением жидкости на погруженную часть предмета. Эта сторона проблемы оказывается в тени для большинства неспециалистов и представляется совершенно неожиданной, когда ее требуется учитывать в той или иной конкретной ситуации. Именно на этом и построен наш эксперимент.

Первую задачу («с тележкой») многие могли решить на основе наивного эмпирического знания следующим образом: металлический груз висит на шнурке; если груз помещается в воду глубже, потеря веса выражается в ослаблении натяжения шнурка. Вес воды в сосуде (как бы глубоко ни был помещен в нее груз) при этом, однако, не возрастает.

С деревянным грузом-поплавком, по мнению большинства, дело обстоит принципиально иначе. В этой ситуации тело «частично висит на шнурке, частично плавает», как высказывались многие, и плавающая часть передает свой вес воде, а остальная часть поплавка — шнурку, блоку и тележке.

По всей вероятности, некоторые испытуемые считают, что вес сосуда в задаче II должен возрасти и соответствующее плечо рычага опустится вниз.

Гидростатическая задача III (симметричная) может быть решена двояким путем. На основе житейского опыта — «металл тонет, дерево плавает» (с подъемом уровня воды металлический груз должен затонуть, деревянный — всплыть и, следовательно, правое плечо рычага (рис.4) подняться справа). Второй путь решения: «Правый — деревянный — груз больше по объему, следовательно, при погружении он вытесняет больше воды, теряя больше веса. Правое плечо планки-рычага должно подняться».

Значительно труднее предусмотреть, что должно произойти во втором варианте задачи III (несимметричное расположение). Здесь, погружаясь в воду, оба тела вытеснят равное количество воды. Небольшое смещение равновесия вначале будет вызвано тем, что металл в воздухе висел на более коротком плече рычага-планки. Это смещение, впрочем, компенсируется легким скольжением планки по опоре и перемещением центра равновесия, так что на первых порах при медленном погружении обоих грузов в воду равновесие сохранится. Когда деревянный груз начнет свободно плавать на поверхности воды, нагрузка этого плеча рычага станет равной нулю и остаток веса металлического груза, за вычетом веса вытесненной им воды, будет удерживать несколько более длинное плечо другой стороны. Когда же, наконец, металлический груз окажется полностью в воде, он станет слегка всплывать, так как при полном погружении его вес окажется недостаточным для удержания противоположного плеча рычага и оно перевесит, т. е. подвижет металлический противовес кверху, само наклоняясь вниз.

Результаты

Исход эксперимента не представлял неожиданностей. Значительное число испытуемых, справившихся с задачей I, не смогли решить задачу II, поскольку не уяснили роли противодавления воды в сосуде при погружении в нее груза, т. е. фактического утяжеления сосуда при этом. Очевидно, знание закона Архимеда не было функционально единственным в обоих заданиях. С другой стороны, не было случаев, чтобы лица, решившие верно задачу II на основе знания гидростатики, не смогли бы перед тем решить задачу I. Там, где

понимание закона Архимеда было функционально действенным для задачи II, оно проявлялось точно так же и в задаче I. Однако из этих лиц далеко не все могли решить задачу III, причем точно так же не было случаев, когда бы лица, не решившие задачу II, смогли решить задачу III. Короче говоря, знания, приобретенные в результате сознательного обучения, не давали одинакового эффекта для решения каждой задачи. В этом отношении лица, обладающие адекватно усвоен-

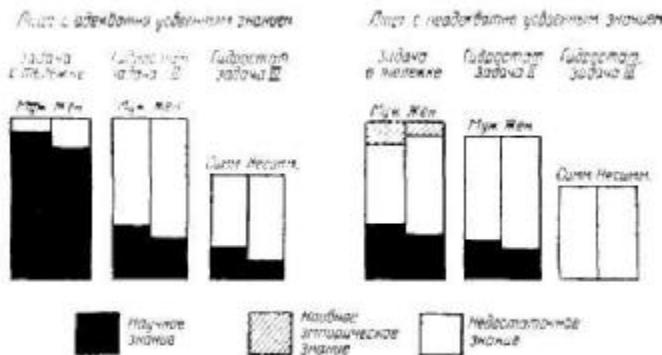


Рис. 6.

ным знанием, вполне могли действовать с той же степенью успеха, что и лица, не обладающие таким знанием (рис. 6).

В соответствии с исследованием Бартлетта [1] и Уолтерса [17] мы можем говорить в данном случае о большей или меньшей функциональной обобщенности осмыслиенного знания. Очевидно, функциональная обобщенность оказывается наибольшей у лиц, которые поняли все три задачи, и соответственно меньшей у лиц, решивших две или тем более одну из них (задачу о наклонной плоскости).

Обсуждение результатов

Выше мы предложили следующую альтернативу: зависит ли процесс решения данной задачи от того исходного знания, с которого начинается и на котором базируется решение, т. е. зависит ли решение от адекват-

ности предшествующего процесса обучения, в котором это знание было усвоено, или же решение зависит от особенностей данной проблемной ситуации? Наши опыты, вне всякого сомнения, показывают, что процесс решения зависит от особенностей проблемной ситуации. Однажды усвоенное знание не составляет бесконечном цепи, наращиваемой звеном за звеном и всегда готовой к употреблению в любой реальной конкретной проблеме. Однако при этом не исключается и вторая альтернатива. Вопрос о сравнительной роли характера задачи и характера обучения не может быть поставлен при обсуждении материалов нашего исследования, поскольку в наших экспериментах варьировались только особенности проблемной ситуации, по не какие-либо параметры процесса обучения.

Поэтому остается открытым вопрос, насколько степень функциональной генерализации исходного знания зависит от особенностей процесса обучения, в котором получено это знание.

Выводы

Предметом нашего исследования являлись некоторые аспекты функциональных соотношений между знанием (прошлым опытом) и продуктивным, творческим мышлением.

1. В процессах продуктивного мышления знание может выступать в трех различных функциях: а) как исходный пункт мышления, б) как средство и в) как результат мышления.

2. В начальной стадии всякого решения задачи оно определяется некоторыми исходными функционально-оперативными знаниями. В ходе решения исходное знание трансформируется, реорганизуется. В этом процессе обнаруживаются скрытые, латентные свойства мыслимого объекта, обнаруживаются неадекватные мысленные связи, образуются новые связи и т. п. Результатом мыслительного процесса является: а) видоизменение и обогащение исходного знания и б) план действий.

3. В двух сериях экспериментов мы исследовали функции знаний, полученных в школе, в различных типах проблемных задач. Решение задач основывалось на гидростатическом законе (закон Архимеда). В этих типах задач знание выполняло различные функции.

В задаче с наклонной плоскостью знание выполняет функцию средства достижения цели; в двух других задачах (II и III) нужно было предсказать возможные последствия на основе начальных знаний.

4. Исходное знание функционирует в двух основных видах: а) наивное эмпирическое знание: «Дерево плавает, металл тонет», б) научное знание закона Архимеда: «При погружении любого физического тела в воду тело теряет определенную часть своего веса».

5. Не все испытуемые, способные воспроизвести словесно формулировку закона, могут использовать это знание в решении задач.

6. Действенное знание гидростатического принципа могут проявить лица, неспособные сформулировать его, как бы «забывшие» школьное знание.

7. Различные уровни функциональной оперативности знаний проявляются в трех различных типах проблемных ситуаций. Знания некоторых испытуемых позволяют им решать только одну первую задачу (задачу с наклонной плоскостью), знания других позволяют решить первую и вторую задачи, и только несколько испытуемых смогли решить все три задачи.

8. При недостаточности имеющихся элементов научного знания гидростатики его место в мышлении занимают элементы наивного эмпирического знания. Они и выполняют функции исходного знания в решении проблемы.

9. На основании предыдущих положений можно сформулировать следующие гипотезы: а) в процессе сознательного обучения наивное эмпирическое знание переструктурируется; б) эта реорганизация знания характеризуется прежде всего областью его применения. Область применения знания и его функциональная генерализация, составляющие видоизменение знаний на основе обучения, соответствуют тому, что определяется как «глубина понимания»; в) сознательное обучение и продуктивное мышление как процессы сходны, так как и в этом и в другом случаях происходит реорганизация начальных, исходных знаний; г) продуктивное мышление и сознательное обучение функционально связаны — от особенностей обучения зависит, насколько приобретенные знания могут быть применены в решении задач.

насколько возможна реорганизация их в процессе продуктивного мышления.

10. Гипотезы, выдвинутые в пункте 9, еще не обоснованы экспериментально во всех деталях. Доказано лишь, что продуктивное мышление зависит от структуры актуальной проблемной ситуации.

11. Польза интроспективного метода в психологии мышления весьма ограничена. Знание, хотя бы и функционально действенное, не обнаруживается субъективно, феноменологически. Изменения структуры знания в процессе обучения, продуктивного мышления или понимания не могут быть раскрыты интроспективно. Только объективные результаты систематически спланированного и проведенного эксперимента при адекватной вариации условий эксперимента могут раскрыть механизмы и структуру преобразованного знания.

12. Заученное, словесно выраженное знание, которому отводится столь важное место в школьном обучении, часто оказывается несостоятельным, недейственным функционально. Знание, недоступное словесному воспроизведению, может быть вполне применимым в разрешении конкретных проблем или в понимании нового. Эффективность знания заключается в его оперативной ценности, а не вербальной репродуктивности.

13. Терминология и классификация типов знания:

- 1) По проявлению знания.
 - a) Знание, воспроизводимое словесно, по памяти.
 - b) Функционально оперативное знание.
- 2) По происхождению.
 - a) Наивное эмпирическое знание.
 - b) Знание, приобретенное в обучении.
- 3) По функциям в процессе мышления.
 - a) Начальное исходное знание.
 - b) Средство мышления.
 - b) Результат мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bartlett F.C, Remembering, Cambr. Univ. Press, 1932.
2. Becker E., Untersuchungen zur kindlichen Theoriebildung, «Z. Psychol.», 129, 1933.
3. Huang I., Children explanation of strange phenomena, «Psychol. Forschg», 14, 1930.

4. Katona G., Organizing and memorizing. Studies in the psychology of learning and teaching, New York, Columbia Univ. Press, 1940.
5. Katz D., and R., Gesprache mit Kindern. Berlin, 1928.
6. Katz R., Motorisk och psykisk omställning. In Barnpsychologiska studier, Stockholm, 1941.
7. Kohler W., Das Wesen der Intelligenz. In: «Kind und Umwelt», 1930.
8. Oldfield R.C. Zangwill O.L., Heads concept of the schema and its applications in contemporary British psychology. IV. Wolters theory of thinking, «Brit. J. Psychol.», 33, 1943.
9. Piaget J. La causalite psychique chez l'enfant, Paris, 1927.
10. Raspe C., Kindliche Selbstbeobachtung und Theoriebildung, Z. angew. Psychol», 23, 1921
11. Székely L., Studien zur Psychologic des Denkens: Zur Topologie des Einfalls, «Acta Psychol.», 5, 1940.
12. Székely L., Die Bedeutung Her Situation fur das Denkens, «Theoria», 9, 1943.
13. Székely L., Tankande och vetande, jamte ett bidrag till forstaendets psykologi, «Tidskrift for psykol. och pedag.», 1, 1943.
14. Székely L., Dynamics in thought motivation, «Amor. J. Psychol.», 56, 1943.
15. Székely L., Xur Psychologie des geistigen Schaffens. Schweizer, Z. f. Psychol, 4, 1915.
16. Székely L., Fortsatta försök rörande inlärning, vetande och tänkadne, «Tidskrift psykol. o. pedag.», 3, 1946.
17. Wolters A.W., Some biological aspects of thinking. «Brit. J. Psychol.», 33, 1943

Л. Секей

Продуктивные процессы в обучении и мышлении¹

I. Постановка проблемы

В современной психологии различается продуктивное и репродуктивное мышление [6; 9]. Это различие предполагает, что репродуктивное мышление представляет собой воспроизведение процессов, имевших ранее место в решении задач или вообще какого-то прошлого опыта индивида. Во всяком случае, существует определенная зависимость между репродуктивным мышлением и индивидуально приобретенным опытом.

Напротив, продуктивное мышление характеризуется возможностью создавать нечто новое, оригинальное, не встречавшееся прежде в индивидуальном опыте данного лица. Очевидно, нет прямой связи между прошлым опытом в широком смысле слова и этим новым, характеризующим творческое мышление. Первое решение какой-либо новой проблемы зависит от характера данной проблемной ситуации, а не от индивидуального опыта [3]. При более глубоком подходе к вопросу, однако, становится очевидным, что вообще констатация наличия переходной области между мышлением и близкими к нему психическими процессами - малоизученная проблема. Исследования Катоны [4] и Секея [10; 11], посвященные связи запоминания и обучения с пониманием, дали совершенно противоположные результаты. В исследовании Катоны некоторые испытуемые приобретали навыки решения задач, тренируясь от опыта к

¹ L. Székely. Productive processes in learning and thinking, «Acta psychologica», 1950, VII, № 2—4, p. 388-407.

опыту; другие явно решали каждую подобную задачу на основе инсайта. Когда в следующих экспериментальных сериях Катона специально проверил влияние обучения и предшествовавшего опыта на решение новых задач, выяснилось, что испытуемые группы I (использовавшие прошлый опыт) оказались вообще неспособны решать новые задачи. Те же, кто действовал «по догадке», справлялись с новыми задачами примерно так же легко, как и прежде, т. е. демонстрировали несомненно продуктивное мышление.

У этих последних испытуемых само обучение состояло, очевидно, в последовательной цепи догадок, «агамоментов». в то время, как у первых работала преимущественно память. Естественно, возникает вопрос: существует ли функциональная связь между «проблемным» обучением и продуктивным мышлением?

В опубликованных исследованиях мы пришли к выводу о различии путей, но которым используется приобретенное в школе знание. Одни лица способны использовать эти знания только в ходе репродуктивного мышления, при решении задач, требующих в основном припомнения нужных сведений (задача с тележкой на наклонной площадке) [12]; другие могут применять те же сведения и в таких задачах, где ситуация совершенно незнакома и требует специфически продуктивного мышления (задачи типа I) [12]. Возникает второй вопрос: является ли «проблемное» обучение необходимым условием будущего применения знаний в процессе продуктивного мышления? Этот вопрос, очевидно, связан с поставленным выше, и утвердительный ответ на него означал бы и утверждение первого.

Далее можно спросить: а как, собственно, возникло впечатление отсутствия связи продуктивного мышления с предшествующим индивидуальным опытом?

Нами было показано [12], что процесс решения задач зависит от структуры и характера данной проблемной ситуации. В настоящем исследовании мы попытаемся выяснить, какую роль играют структура и характер предшествовавших проблемных ситуаций. В упомянутой работе [12] варьировало содержание экспериментальных заданий. В данных экспериментах само задание оставалось постоянным, однако варьировались условия предшествующего обучения. Мы исходили из следую-

щей рабочей гипотезы: если характер обучения как-то влияет на ход последующего решения задач, это должно проявиться в решении одинаковой задачи после различных способов обучения. Учебный материал также оставался постоянным, варьировались только условия и методы обучения.

II. Методика

1. Испытуемым предъявлялись такие задачи, для решения которых они не имели соответствующих знаний. Эти знания они приобретали в предварительном обучающем эксперименте. Эксперимент, таким образом, включал две части: обучение и решение задачи. Вторая часть эксперимента проводилась через несколько дней. За этот период испытуемым предлагались различные тренировочные задачи, а также посторонние задачи на смекалку, не связанные по содержанию ни с первой, ни со второй частью эксперимента. Испытуемые не могли уловить какую-либо специальную связь между первой и второй частями опыта, а воспринимали их как разнородные и ничем не связанные между собой. Испытуемые были разбиты на две группы. В обеих группах изучался один и тот же материал, но различными способами. Группа I строго следовала общепринятой в европейских школах методике обучения. Мы будем далее называть этот метод традиционным. В группе II метод обучения соответствовал установкам так называемой современной прогрессивной школы (часто обозначается как проблемный метод). В дальнейшем мы будем называть этот метод современным. Учебный материал состоял из четырех страниц машинописного текста, разъясняющего элементарные понятия механики: работа, мощность, сила, вращающий момент, момент инерции, силы вращения. Математических выражений текст не содержал.

2. Учебная инструкция для обеих групп давалась после нескольких тренировочных заданий на сообразительность. Для группы I она заключалась в следующем: «Мы проводим обучающий эксперимент. Вы должны изучить эти четыре страницы; на днях я проверю, что отсюда вы смогли усвоить и запомнить. Материал заключается в нескольких положениях из области меха-

ники. Некоторые из них должны быть вам знакомы из школьного курса, другие будут для вас новыми. Вы не должны заучивать текст наизусть. Ваша главная задача — понять все, что вы читаете (это самое важное). Если что-либо вам неясно, тотчас же спрашивайте, я объясню. При проверке в будущем от вас потребуют не повторить прочитанное или изложите его своими словами, а письменно ответить на несколько вопросов по данному материалу».

После знакомства с разделом о моменте вращения и моменте инерции испытуемым продемонстрировали соответствующие приборы, например понятие о моменте инерции иллюстрировали с помощью крутильного маятника (рис. 1).

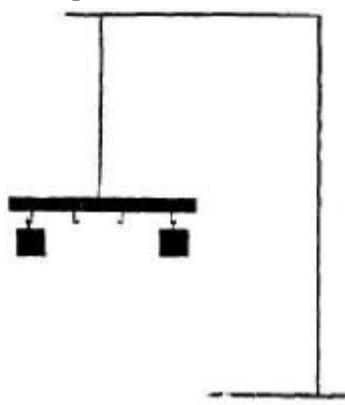


Рис. 1. Крутильный маятник.

прикрепляются на внутренние крючки, после чего брускок приводится во вращение. Затем грузы перемещают на внешние крючки и опять врашают брускок. Момент вращения в том и другом случае одинаков; однако моменты инерции различны и скорость вращения при нагруженных внутренних крючках вчетверо больше, чем при нагрузке внешней пары крючков. Опыт повторяют 2 раза с соответствующими объяснениями, чем и кончается обучающий эксперимент.

3. Инструкция для современной группы (после предварительного объяснения эксперимента, как и в групп-

Крутильный маятник. Брускок около 40 см длиной подвешен на нити горизонтально; нижняя его поверхность снабжена четырьмя крючками. Два крючка (внутренние) расположены симметрично по обе стороны от места подвески (центра тяжести) бруска, два других (наружные) также симметрично укреплены у концов бруска.

Два груза по 54 г

пе I) состоит в предупреждении: «Теперь мы займемся новой задачей».

Перед испытуемыми помещают крутильный маятник. Экспериментатор раскручивает бруск (без грузов), останавливает его и обращается к слушателям: «Два груза можно подвесить сюда, симметрично относительно точки подвешивания, поближе или подальше от нее. Как вы думаете, одна ли будет скорость вращения при ближнем и дальнем расположении подвесков, если врашающий момент (сила вращения) останется неизменным?»

Как правило, следовали ответы: «Не знаю», «Не думаю, чтобы скорость изменилась, ведь вес груза остался неизменным». Некоторые высказывали и такие догадки: «При наружном расположении грузов скорость вращения должна быть больше, потому что больше центробежная сила». Выслушав ответы, экспериментатор раскручивал бруск при разной нагрузке, обычно вызывая удивление слушателей. Затем экспериментатор объявлял: «Вы не могли предугадать это явление, потому что недостаточно знаете физику. Прочитайте вот эти четыре страницы, тогда вы сможете понять и объяснить то, что видели сейчас».

Испытуемому вручали тот же текст, что и в традиционной группе. Ознакомившись с ним, испытуемые в подавляющем большинстве случаев давали удовлетворительные объяснения эффекту с крутильным маятником. На этом обучающий эксперимент в современной группе заканчивался.

4. Эксперимент продолжался спустя 2—4 дня, по возможности в одинаковых условиях для обеих групп. Сначала испытуемому предлагали задачу на смекалку, не связанную но содержанию с материалом эксперимента. Затем ему предлагали задачу о двух шарах, условия которой состояли в следующем:

«Представьте себе, что вам даны два металлических шара равных размеров и веса, одинаково окрашенных, так что отличить один от другого невозможно. Тем не менее есть весьма существенное различие между тарами. Один из них сделан из очень легкого, другой — из очень тяжелого металла. Как это может быть, если шары равны по весу?»

Большинство испытуемых поняли, что равенство по весу объясняется внутренней формой шара: тот, что сделан из тяжелого металла, — полый, а тот, что сделан из легкого, — сплошной. Если кто-либо не мог догадаться об этом достаточно быстро, экспериментатор давал соответствующее объяснение, показывая изображение обоих шаров в разрезе по диаметру (рис. 2).

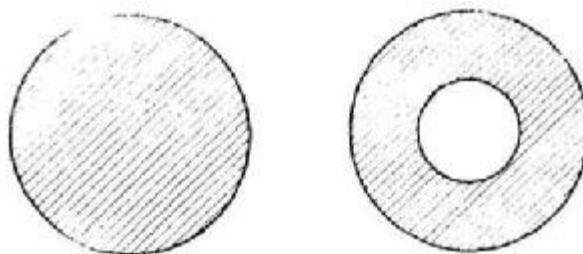


Рис. 2. Задача о двух шарах.

Экспериментатор особо подчеркивал то обстоятельство, что полость в тяжелом металле была тоже сфероидной с центром, совпадавшим с центром шара. Затем он ставил испытуемому тестовым вопрос: «Каким образом можно узнать, какой из двух шаров сплошной, а какой полый, если мы не можем применить ни химических способов анализа металла, ни как-либо механически повреждать шары (распиливать, сверлить, прорезать), ни даже снимать слой краски на шарах? Попытайтесь найти способ узнать это прямо здесь, в комнате, без каких-либо вспомогательных приспособлений. Желательно, чтобы вы рассуждали вслух и высказывали даже такие догадки, сомнения и мысли, ошибочность которых тут же видна вам самим. Вы можете также задавать мне какие угодно вопросы».

(Решение задачи: при скатывании с наклонном плоскости или качении по горизонтали после толчка одинаковой силы полый шар будет катиться медленнее, так как момент инерции при его вращении будет большим. Иначе говоря, в полом шаре больше массы удалено от центра вращения, чем в сплошном.)

После того как испытуемый решал задачу, ему вручали вопросник из 11 пунктов. Некоторые из них требо-

пали простого воспроизведения пройденного материала, другие представляли собой несложные задачи на сообразительность с применением того же материала в более опосредованном виде. Например, к первому виду вопросов относятся такие, как: «Что такое момент инерции?», ко второму виду — задачи типа следующей: «Человек стоит на врачающемся стуле, который медленно вращается вокруг своей оси. Что произойдет, если человек изменит позу — раскинет руки в стороны и выставит перед собой одну ногу?» (Правильный ответ: момент инерции всего тела возрастет и скорость вращения уменьшится.)

5. В качестве испытуемых в опытах участвовали лица, получившие школьное гуманитарное образование. Только один из них имел представление о моменте инерции до нашего эксперимента. Учитывая учебный план шведской школы с гуманитарным уклоном, мы можем считать, что практически все знание использованного материала в нашем опыте получено под нашим контролем.

Опыты проводились в Институте педагогики и психологии при Стокгольмском университете во время летних каникул 1915 г. 10 учащихся экспериментального класса психологии были разбиты поровну на упомянутые две группы — традиционного и современного обучения. Все они ранее участвовали в другой серии экспериментов, результаты которой изложены нами в статье [12]. По успешности решения задач в этой серии они также были распределены на две группы — лиц с обобщенным пониманием (сумевших решить задачу II, описанную в статье [12]) и лиц с конкретным пониманием (не справившихся с задачей II). В настоящем эксперименте мы распределили этих лиц так, что в каждой из наших групп (традиционного и современного обучения) было по 10 человек тех и других.

III. Результаты

Как видно из табл. 1, между группами традиционного и современного методов обучения существует явное различие в пользу последней: в ней 13 из 20 человек справились с основной задачей, в то время как в группе традиционного метода обучения только 4 человека смог-

ли это сделать. Не решившими задачу мы считали и тех, кто в ходе рассуждения вслух приходил к мысли использовать вращение обоих шаров, но отбрасывал эту мысль, говоря: «Нет, это ничего не даст, ведь оба шара весят одинаково».

Таблица 1

Метод обучения	Решили задачу	Не решили задачу
Современный (20 человек)	13	7
Традиционный (20 человек)	4	16
Всего (40 человек)	17	23

В табл. 2 показаны различия в успешности решения задачи между лицами с обобщенным пониманием и лицами с конкретным пониманием, входившими, как уже сказано, в обе наши экспериментальные группы.

Таблица 2

Метод обучения	Высокий уровень интеллекта; 20 человек		Низкий уровень интеллекта; 20 человек	
	решили задачу	не решили задачу	решили задачу	не решили задачу
Современный (20 человек)	8	2	5	5
Традиционный (20 человек)	4	6	-	10
Всего (40 человек)	12	8	5	15

На основании полученных результатов становится очевидным следующее:

1. Лица с обобщенным пониманием продемонстрировали свое превосходство и в нашем опыте: они в 12 случаях из 20 справились с тестовой задачей; в то время как лица с конкретным пониманием дали только 5 верных решений на 20 человек.

2. Характерно, что 10 испытуемых с конкретным пониманием, обучавшихся современным методом, показали почти те же результаты, что и 10 человек с обобщенным пониманием, обучавшихся традиционным способом.

3. Очевидно, процесс решения задачи зависит не только от актуальной проблемной ситуации, но и от особенностей тех процессов, которые соответствуют пониманию ситуаций в предшествовавшем периоде обучения.

Различия в предыдущем обучении проявились в нашем эксперименте не только по окончательным результатам числа решений, но и по различиям в самом решении.

Процесс решения. Испытуемый поставлен перед проблемой: два шара имеют существенные, но невидимые различия. Один полый, другой — сплошной. Необходимо определить, который из шаров полый, а который из шаров сплошной. Испытуемый понимает содержание задачи так: «Я должен найти еще одно различие, которое можно легко увидеть и которое является индикатором основного скрытого различия. Что надо сделать с шарами, чтобы обнаружить что различие?»

Испытуемый смутно намечает первый план (*П1*).

П1. «Найти различия?.. Что здесь надо сделать?..» Он напоминает человека, пытающегося найти тропинку в неизвестной ему местности, в темноте. «Я слишком плохо знаю химию и физику». Достигаемая цель обычно кажется лежащей в конце одного из двух путей: либо найти как-то признак пустоты внутри материала шара, либо найти способ выяснить степень плотности самого материала.

Сообразно этому начальному плану (*П1*), испытуемые перебирают в уме различные пути решения: «Ударить шары чем-нибудь и по звуку определить различия», «Опустить их в воду: может быть, полый шар всплынет?», «Нагреть их». Во всех подобных случаях испытуемый не представляет себе точно, какой эффект окажется решающим: «Что-нибудь из электричества попробовать?» Такого рода предположения явно показывают, что испытуемый размышляет на-авось, ища случайной догадки, вне связи с недавно изученным материалом. Обычно он сам тут же отбрасывает эти догадки, оценив их критически; реже приходилось вмешиваться экспериментатору, объясняя, почему та или иная попытка не приведет к успеху.

В группе современного обучения испытуемые после нескольких подобных попыток демонстрировали подход

к правильному решению следующим образом: «А что если заставить вращаться оба шара?.. Гм... Да. Я чувствую, что здесь должно быть какое-то различие. Полый шар должен крутиться медленней». Экспериментатор: «Почему?» — «Я не знаю, не могу объяснить, но мне определенно кажется, что полый шар должен вращаться медленней». Некоторые испытуемые называют это «чувством ясности», «интуитивным убеждением», «интуитивным знанием», «интуитивным чувством». В таких случаях экспериментатор предлагал: «Если ваше решение правильно, оно должно иметь какое-то обоснование, постарайтесь найти его». После этого обычно испытуемый рисовал схему-чертеж полого шара, объясняя: «Вот этот шар, с пустотой внутри, он как бы более расположен кнаружи... А сплошной шар в большей степени загружен внутри. У пустого шара масса вся по краям, из-за этого он больше сопротивляется вращению. Значит, \ него скорость вращения будет меньше, чем у сплошного шара».

Понимание проблемной ситуации теперь значительно изменилось. Некоторое решение уже найдено. На вопрос *П1* следует ответ (*О1*): «Заставить вращаться оба шара, полый будет вращаться медленней». Но при этом сразу возникает новый вопрос (*П2*): «Почему полый шар будет вращаться медленнее?» Обычно моментальный мысленный ответ таков: «Надо как-то использовать неравнное распределение масс внутри шаров». Испытуемые понимают важность того, что в полом шаре вещество расположено дальше от оси вращения, чем в сплошном шаре, но не могут это отчетливо объяснить, с трудом находя правильные слова и выражения. Они долго задерживаются на рисунке, изображающем разрез шаров, водят по нему пальцем, приговаривая: «...Ну, здесь, значит, так... А вот здесь, наоборот, пусто, следовательно... как бы сказать...» и т. д.

В подобные моменты им предлагали проверочный вопрос: «В случае, если шары поместить на маленькие, одинаковые тележки и скатывать с наклонной плоскости в таких тележках — с различной ли скоростью катились бы они?» Во всех случаях следовал без малейшего колебания правильный ответ: «Нет», — с объяснением: «Шары в тележках сами не вращаются и равны по весу». Следует отметить, что в течение всего экспери-

мента испытуемые группы II (современного обучения), как правило, не сознавали связи между недавно усвоенным учебным материалом с крутильным маятником и задачей о двух шарах. Никаких аналогий в этом направлении они самостоятельно не высказывали. Даже когда по окончании эксперимента их спрашивали, нет ли какой-либо связи между только что решенной задачей и предыдущими задачами, большинство отвечало отрицательно. Интроспективно было ясно лишь то, что шары должны вращаться с разной скоростью, и постепенно созревала догадка, что причина этого должна заключаться в различном распределении массы. Откуда бралась интуитивная ясность ответа и последующая догадка, испытуемые сказать не могли. Только 5 из 13 лиц, успешно решивших задачу в группе современного обучения, смогли усмотреть связь данной задачи с предыдущим учебным материалом и сознательно использовали эту связь, рассматривая вращающиеся шары как модификацию крутильного маятника.

Процесс мышления у лиц группы I (традиционного обучения) носил совершенно другой характер. Случаев решения «по догадке», «по интуиции» не наблюдалось никогда. Лица, справившиеся с задачей, отмечали: «...Это должно иметь какое-то отношение к тому, что я учил недавно... да, это связано с моментом инерции» или «Мне думается, что это основано на том же принципе, что и опыт с бруском и прикрепленными на нем грузами у центра или на периферии...», «Здесь мы имеем пустой шар, его масса дальше от центра и поэтому он должен вертеться медленнее».

Связь задачи с пройденным материалом была отмечена и шестью лицами той же группы из числа не сумевших справиться с задачей. Они подметили аналогию с крутильным маятником и пытались рассуждать в этом направлении, но безуспешно.

Итоги обследования «репродуктивного» знания материала. В группе современного обучения только четверо испытуемых были в состоянии повторить определение понятия «момент инерции»; ни один из них не был в числе решивших задачу. В группе традиционного обучения 8 человек правильно воспроизвели определение. Двое из них решили задачу о двух шарах, один решил частично, пятеро не смогли решить совсем. В данном

случае продуктивное использование материала и его словесное воспроизведение взаимно исключали друг друга.

IV. Обсуждение результатов

Идея о том, что можно различить два шара, покатив их, так как один шар полый, а другой сплошной и при равных условиях будет двигаться медленнее, была совершенно новом для наших испытуемых. Никому из них не доводилось читать о чем-либо подобном или сталкиваться с этим в быту. Однако мы можем утверждать, что существовала определенная связь между ходом рассуждения испытуемых и ходом обучения их соответствующим знаниям в предшествовавший период. Мы можем утверждать, что эта связь носила характер некоторого промежуточного процесса и этот процесс был существенно различным в зависимости от способов приобретения знания. Разница в успешности решения предварительной задачи испытуемыми явно зависит от особенностей этих промежуточных процессов. Объективно существует зависимость между прошлым индивидуальным опытом и продуктивным мышлением. Теперь мы можем попытаться обсудить вопрос о природе такой зависимости, о роли этих промежуточных процессов в заключительной фазе продуктивного мышления, равно как и о роли их в начальной фазе, в период обучения.

Решение задачи о шарах достигалось рассмотрением их в новом, непривычном плане, как объектов неравногораспределения массы. Если взять шары как тела с неравнораспределенными массами, можно раскрыть их новое свойство: различные скорости их вращения. Возможность нового подхода, изменения аспекта рассмотрения предметов и связанное с этим открытие нового качества предметов зависели от личного опыта, приобретенного испытуемым в обучении. Эта зависимость проявляется даже в тех случаях, когда сам испытуемый не осознает ее.

В повседневном быту металлические шары воспринимаются как носители определенных свойств — формы, веса, размеров и т. п. При попытке решить задачу о шарах этим свойствам внимание уделяется прежде всего, поскольку ищут какое-нибудь различие между шарами. Однако в ряду привычных свойств никакого различия

между шарами не обнаруживается и испытуемый вынужден «бросаться в море неведомого», в область незнакомых ему тепловых, либо акустических, либо электрических закономерностей. В ходе этих поисков он находит новое, неизвестное ему свойство — распределение масс, которое в быту учитывать почти не приходится, тем более в динамических проявлениях, в качестве причины разных скоростей вращения. Таким образом, в процессе мышления понятие о шаре обогащается новым признаком, мыслимое содержащие понятия возрастают.

Как весь этот процесс обусловлен теми процессами, которые происходили в период обучения?

Свойство «неравное распределение масс — неравные скорости вращения» до обучения не существовало для испытуемого. Не существовало оно и после обучения, по крайней мере в ясной форме. Предварительные опыты иллюстрировали только влияние неравных моментов инерции, возникающих при различном расстоянии одинаковых грузов от оси вращения.

Наблюдая крутильный маятник, испытуемые могли видеть, как меняется скорость вращения бруска маятника от перемены мест подвесков, однако нет оснований полагать, что они восприняли этот опыт в обобщенном виде; не было никаких признаков зарождения идеи о величине момента инерции в зависимости от распределения масс вообще. С другой стороны, в условиях задачи о двух шарах не содержалось ничего такого, что могло натолкнуть на мысль о каком-то перемещении крутящихся грузов, частиц или масс. Более того, лишь спротивившись с задачей о шарах, испытуемый по-новому воспринимал принцип действия крутильного маятника, рассматривая его как следствие неравного распределения масс. Когда испытуемый видел в схеме крутильного маятника и рисунке сечения шаров проявление одного закона, одного принципа, — это было для него подлинным открытием нового. Такое открытие могло совершаться отнюдь не в процессе обучения, но только в ходе самостоятельного размышления над проблемой. В тоже время открытие становилось возможным в процессе обучения. Решая контрольную задачу, испытуемый имеет дело с определенными свойствами предметов, позволяющими образовать структуру, схожую со структурой учебного материала.

Но эту вторую структуру приходится создавать в совершенно иной ситуации. Интроспективно описанное «интуитивное», «чувствуемое» решение подсказывает нам ход дальнейшего анализа. Мы видели, что задача о двух шагах могла быть решена, даже если усвоенные знания непосредственно не даты, т. е. сознательно невоспроизведимы. В проблемной ситуации испытуемый реагировал на систему факторов, которая, по сути, принадлежала к уже изученным им системам, хотя бы и не поддающимся припомнанию. Новая система, будь она и разновидностью изученной, выступала для испытуемого как только что появившаяся перед ним, в качестве таковой продуктивно усиливалась и перерабатывалась им. Видимо, для этого требовалось абстрагировать эту систему и от предыдущего учебного конкретного материала, и от новой задачи в ее контексте. Очевидно, такое абстрагирование и связанный с ним некоторый отход, освобождение от узкого смысла задачи являются предпосылкой для более свободного переноса решения в какую-либо новую ситуацию. Более того, желательно даже, и мы видели это на соотношении числа лиц, решивших задачу, с числом лиц, воспроизведивших словесно учебный материал, — желательно, чтобы первоначальная ситуация обучения вообще не присутствовала в сознании. В противном случае мышление оказывается привязанным к этой ситуации, к структуре первых задач, на которых было сформировано знание материала, и не может оторваться от них настолько, насколько может понадобиться при столкновении с новыми, непривычными задачами... В конечном счете мы приходим к выводу, что от ситуации обучения зависит, как легко полученные в лей знания будут переносимы и применены к несходным случаям и новым проблемам.

В наших прежних исследованиях [10; 11; 12] мы предлагали гипотезу относительно различия между обычным заучиванием и обучением, основанным на догадке. Согласно этой гипотезе, в ходе обучения по догадке известный фрагмент мыслимого содержания (некоторая часть прошлого опыта, житейского знания) реорганизуется. При обычном заучивании, однако, такой реорганизации не происходит. Настоящий эксперимент подтверждает эту гипотезу. На вопрос, какова временная локализация процессов продуктивного мышления, мы

вполне можем ответить: оно, продуктивное мышление, имеет место как в процессе обучения, так и в процессе свободного размышления.

V. Новые проблемы

Существенная особенность продуктивных процессов в обоих случаях та, что субъект схватывает структурные соотношения в обобщенном виде, выходя за рамки данного материала. Те, кто оказался способнее к такому генерализованному пониманию в наших прошлых экспериментах, оказались на высоте и теперь, даже если попали в группу традиционного обучения.

В прежних исследованиях мы предполагали, что творческое применение знаний зависит от способа, каким получены эти знания; в настоящих опытах, подтвердивших этот тезис, понимание также рассматривалось в качестве продуктивного процесса. Однако слово «понимание» выражает лишь феноменологический, интроспективно устанавливаемый факт. Понимание — это прежде всего переживание, чувство, сознавание. По существу же творческие процессы, реорганизация структуры знания - отнюдь не обязательно сознаваемый факт. Сплошь и рядом люди не отдают себе отчета в том, как изменилось их первоначальное эмпирическое знание, скажем гидростатического закона, в ходе обучения. Больше того, ни один испытуемый из группы традиционного обучения не почувствовал, что материал им лишь просмотрен, а не понят, а было именно так. В какой-то степени и они «поняли» предложенный им текст — настолько, чтобы ответить на контрольные вопросы. Субъективное чувство понимания отнюдь не является критерием подлинного понимания, оно не отражает ни действительного хода процессов, ни каких-либо важных его сторон. Самонаблюдение, интроспективная картина весьма смутно и неточно отображает то, что фактически произошло в сознании. Учитывая это, мы в данной статье под пониманием или догадкой всегда имели в виду сами процессы, а не их субъективно переживаемые стороны.

Наши опыты показали, что современный метод обучения дает больше шансов для последующего творческого применения знаний, чем обычный традиционный

метод. Мы не знаем, от каких именно факторов это зависит. Мы даже не знаем, обусловлены ли эти факторы собственно способом обучения или случайными особенностями экспериментальной ситуации. Поэтому необходимы дальнейшие исследования. Они должны коснуться ряда вопросов.

1. *Фактор завершенности.* Испытуемые современной группы получали задачу о двух шарах как не связанную с обучением; обучающая часть опытов представлялась им давно оконченной. В то же время испытуемые традиционной группы, проработав текст в ходе обучающего эксперимента, были предупреждены о предстоящей проверке знаний и ждали ее; таким образом, этап обучения не представлялся им законченным, завершенным. Наблюдавшиеся более частые возвращения к учебному материалу в этой группе при попытках решить задачу о шарах, вероятно, свидетельствуют, что тестовый опыт для этих лиц был чем-то вроде экзамена. Как известно, в обстановке экзамена продуктивность мышления вообще снижается [7; 15].

Сохранилось ли бы то же соотношение (по числу обращений к учебному материалу) для обеих групп, если бы их как-то уравняли по данному фактору? Является ли склонность возвращаться к пройденному материалу выражением трудностей продуктивного мышления?

2. *Фактор гомогенности.* Для лиц из группы современного обучения задача о шарах представляла собой одну из серии всевозможных задач на сообразительность. С одной стороны, это препятствовало увязыванию данной задачи с прежней (о крутильном маятнике), оставленной давно позади. С другой стороны, это обстоятельство мешало применить сведения о моменте вращения в том самом виде, как они были усвоены на примере с крутильным маятником, т. е. мешало чрезмерно конкретному, а потому обреченному на неуспех использованию материала. Для испытуемых традиционной группы, напротив, работа с текстом и крутильным маятником была моментом, схожим с остальными задачами в серии. Эта относительная изолированность могла привлечь за собой такую же изолированность, оторванность системы связей и понятий, усвоенных при изучении данного материала. При решении задачи о двух шарах по-

добная изоляция могла в какой-то степени препятствовать применению полученных знаний.

Нетрудно видеть, что факторы 1 и 2 являются не параметрами того или много метода обучения, а лишь техническими особенностями нашего эксперимента.

3. *Гипотетический количественный (энергетический) фактор.* Решение задач на сообразительность интереснее, чем заучивание материала, и мобилизует большую психическую энергию, чем последнее. Поэтому можно ожидать, что испытуемые «современной» группы вложили больше активного труда в обучение, чем испытуемые «традиционной» группы. Для первых обучение было увлекательной загадкой, для вторых - отрыванием повинности.

Допустимо, что отчасти из-за этого мерная группа продемонстрировала лучшее усвоение и применение знаний, чем вторая, при относительно худшем словесном воспроизведении их.

4. *Фактор направленности, или установки.* В группе современного обучения испытуемые имели одну и ту же установку в продолжение всех опытов, именно установку на решение задачи. В группе II установки при обучении и в тестовой задаче были различны. Подобное различие могло оказаться на конечных результатах, что можно истолковать в духе теории Коффки о двойных структурах памяти [5] или концепции Бартлетта о важности установок [1].

VI. Педагогические замечания

Если мы ждем от школы обогащения действенным, практически приложимым знанием, если школа должна дать нам образование, облегчающее творческое и критическое мышление, то мы должны будем признать, что систематическое обучение, осуществляемое ныне в Пиропе и даже вообще в большинстве развитых и демократических стран, оказывается довольно скучным. На практике фактически господствует чистейшее заучивание. Преподаватели контролируют «знание», требуя постоянного воспроизведения и ссылок на него, в уверенности, что это гарантирует творческое применение материала. Путь явно неверный.

VII. Резюме

Исследование посвящено вопросам психологии мышления, связанным с практикой обучения и с теоретической психологией. С практической точки зрения проблема состоит в следующем.

Известно, что разные люди, обладая одинаковыми знаниями, резко отличаются по умению творчески применять эти знания. Зависит ли такое умение только от индивидуальных особенностей или также от методов обучения и преподавания? Можно ли улучшить условия, обеспечивающие возможности для продуктивного мышления путем усовершенствования методов обучения?

Теоретический аспект проблемы можно представить следующим образом: в сегодняшней психологии мышления принято отдельно изучать мышление продуктивное, творческое и мышление репродуктивное, воспроизводящее. Признаком репродуктивного мышления считается сходство решаемых проблем с проблемами, решенными в прошлом; допускаются незначительные видоизменения задач, но не более того. Когда новая проблема не похожа на прежние, знакомые субъекту, решение ее требует определенного творчества, тогда мышление характеризуется как продуктивное, творческое. В работе репродуктивного мышления всегда видна известная промежуточная последовательность, постепенный переход от прежних задач к новым; в продуктивном мышлении такого перехода нет. В то же время очевидно, что самая новая и непривычная задача может быть решена только с помощью знаний, приобретенных в прошлом, т. е. в каком-то смысле все же есть и здесь переходная область между продуктивным мышлением и применением знаний как таковым.

Мы различаем, вслед за Толмэном, молярные и молекулярные явления (то, что в современной естественной науке называют макро- и микроявлениями [14]). Наша проблема в том виде, как она поставлена выше, выражена в молярных терминах, т.е. в понятиях повседневной жизни: чем вызваны индивидуальные различия в использовании одинаковых знаний. Переведенная на язык молекулярных понятий, та же проблема подразумевает допущение определенной временной локализации продуктивных процессов. Предполагается, что эти про-

цессы имеют место только в моменты непосредственною размышления над проблемой, но не в повседневной жизни, в быту и не во время обучения. Однако наши ранние исследования процесса обучения «по догадке» подсказали нам, что продуктивные процессы также как-то связаны именно с этим видом обучения. В настоящей работе мы проверили это допущение, обнаружив определенные зависимости между обучением и мышлением в ходе решения задачи при разделении того и другого во времени. Тестовая задача была постоянной, характер обучения варьировал: в одном случае он был современным («проблемным»), в другом - традиционным. В качестве учебного материала были взяты некоторые законы механики. В качестве тестовой задачи была взята сравнительно трудная задача о двух шарах, решаемая только на основании одного из пройденных законов. *Результаты.*

1. Число верных решений было значительно выше среди лиц, обученных современным методом, чем традиционным.

2. Число верных решений зависело также от уровня интеллекта испытуемых. Лица с высоким уровнем интеллекта, обученные традиционным методом, дали столько же верных решений, сколько лица с низким уровнем, обученные современным методом. Лица с низким уровнем, обученные традиционным методом, практически вообще не могли справиться с задачей.

3. Словесное воспроизведение учебного материала находилось в обратной пропорции к успешности решения. Лица из группы традиционного обучения чаще могли воспроизвести материал, чем лица из группы современного обучения. Те, ктоправлялся с задачей, почти никогда не могли дать определение основного понятия из пройденного материала, и наоборот, почти никто из припомнивших определение не решил задачу.

4. Ход размышлений над задачей, поскольку он поддавался наблюдению, выявил четкое разграничение между группами и в следующем: лица, обученные современным методом, не обращались к соответствующему учебному материалу, не припоминали его вслух, когда рассуждали. Даже после правильного решения задачи, отвечая на прямые вопросы экспериментатора, они не

видели связи между последней задачей и какой-либо из прошлых. Само решение, по их словам, было «находкой», «интуитивно чувствуемым». Знание, действенное практически, не осознавалось, не проявлялось интроспективно. Иначе обстояло дело у лиц, обученных традиционными методами: они отдавали себе отчет, что должны как-то использовать прежний материал, нередко соображали, какой именно материал, но в большинстве случаев так и не могли его успешно использовать.

5. Опубликованные ранее допущения относительно процесса понимания и «проблемного» обучения подтверждены эмпирически.

6. Относительно временной локализации продуктивного мышления допустимы следующие заключения: продуктивное мышление (организация, возникновение структуры, реорганизация, перестройка структуры) протекает в ходе «проблемного» обучения так же, как в процессе решения новых задач.

7. Рассматривая вопрос о промежуточной области между продуктивным и репродуктивным мышлением, мы полагаем, что в молекулярном плане явлений такая промежуточная область намечается: продуктивное мышление связано с индивидуальным опытом, накопленным в предшествующий период.

8. Педагогический вывод: усвоение учебного материала может быть улучшено путем усовершенствования методов обучения. Помимо того, само продуктивное мышление может воспитываться в процессе обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bartlett F.C, Remembering, Cambridge Univ. Press, 1932.
2. Gästrin J., Inlärningsprocessens psykologi, Stockholm — Helsingfors, 1944.
3. Hilgard E.R., Marquis D.G., Conditioning and learning. New York, Appleton, 1940.
4. Katona G., Organising and memorising. Studies in the psychology of learning and teaching, New York, Columbia Univ. Press, 1940.
5. Koffka K., Principles of Gestalt Psychology, New York, Harcourt Brace &Co, 1935.
6. Mager N.R.F., The behavior mechanisms concerned with problem solving. «Psychol. Rev.», 47, 43—58, 1940.

7. O v s i a n k i n a M., Die Wiederaufnahme unterbrochener Handlungen, «Psychol. Forschung», 11, 302—379, 1928.
8. R e s t o r f f H.V., Über die Wirkung von Bereichsbildungen im Spurenfeld., «Psychol. Forschung», 18, 299—342, 1933.
9. Selz O., Zur Psychologie des produktiven Denkens und des Irrtums, Bonn, Cohen, 1923.
10. S z é k e l y L., Tänkande och Vetande, jämte en bidrag till forstäendets psykologi, «Tidskrift för psyk. pedagogik», 2, 1943.
11. S z é k e l y L., Zur Psychologie des geistigen, Schaffens, «Schweizerische Zeitschrift f. Psychologie», 4 110—124 332—347 1945.
12. S z é k e l y L., Knowledge and thinking, 1950.
13. S z é k e l y L., Fortsatta försök rörande inlärning, vetande och tänkande, «Tidskrift för psyk. pedagogik», 3, 1946.
14. Tolman E.C, Purposive behavior in animals and man, New York, Appleton, 1932.
15. Z e i g a r n i k B., Über das Behalten von erledigten und unerledigten Handlungen, «Psychol. Forschung», 9, 1—85, 1927.

Л. Секей

К проблеме доступности решения задач и магическое тестирование¹

Способность субъекта решить ту или иную задачу зависит, в частности, от доступности для него определенного свойства объекта, которое необходимо для решения. Этот вопрос затрагивался в статье Заугстэда и Раахэйма [7]; в ней отмечается, что испытуемые могли решать данную задачу, если среди условий имелось то, которое важно для решения. Степень доступности этого условия для испытуемых проверялась перед решением задачи с помощью теста.

В. Кёлер [4; 5], проводя более 40 лет назад свои эксперименты над антропоидными обезьянами, отмечал у них так называемые «глупые» действия. Оказалось, что способность животного использовать ящик в качестве подставки, необходимой для приобретения банана, зависит от вполне определенных условий. Если ящик не находился достаточно далеко от других объектов или не был близко от цели, находящейся в поле зрения обезьяны (мы упоминаем только две трудности, в действительности их было больше), то животное не могло найти решения и вело себя «глупо». Кёлер был хорошим наблюдателем; он замечал все, что случалось в поведении животного, и не разделял конечные результаты на положительные и отрицательные. Более того, он умел описать то, что видел, и выразить результаты наблюдения в теоретически обоснованном виде. Такой метод хорошо

¹ L. Székely, Some comments on problem-solving availability and test-magic, «Acta psychologica», 1958, 14, № 2, p. 152—157.

известен среди биологов, но очень редко он используется психологами. Кёлер пришел к выводу, что отмеченная особенность в поведении обезьян обусловлена не их «глупостью», а условиями эксперимента, которые вскрывают существенную характеристику процесса мышления. Когда перед обезьяной ставилась цель, которую нельзя было достичь простым повторением предыдущего опыта, она сталкивалась с задачей и начинала «мыслить». Задача могла быть решена в том случае, когда некоторый объект использовался как средство для того, чтобы дотянуться до банана. Открытие полезности ящика в качестве подставки не является *внутренним свойством* индивида; оно не является чем-то постоянным, как, например, коэффициент *IQ*, Кёлер говорит об этом так: открывается ли сама собой полезность объекта обезьяне — это зависит от многих условий. Наиболее вероятно, что это произойдет в случае, когда ящик находится близко от цели, лежащей в поле зрения обезьяны, и далеко от других объектов.

Эта проблема в течение длительного времени привлекала к себе пристальное внимание гештальт-психологов. В 1935 г. вместо терминов, употребляемых Кёлером, были введены новые, более адекватные (однако его идея осталась неизменной). Коффка [3] ввел понятие «доступности», а Дункер в том же году — понятие «диспозиции» [1]. Эта терминология усваивалась очень долго; так, даже в 1940-х годах можно было встретить такие парофразы: «выделить некоторый объект из других аспектов», «обнаружить скрытое свойство» и т. д. Но уже Кёлером было выделено существенно важное положение: предмет всегда используется индивидом для *данной цели* в *определенном* месте и при *определенных* обстоятельствах. Станет ли объект доступным для использования его тем или иным способом — это определяется не внутренним свойством субъекта, который решает задачу и который может либо обладать, либо не обладать этим свойством, а функциональными отношениями; в формулу, выражющую эти отношения, входит множество переменных.

Понятие «доступности» является хорошим термином, который применим также к человеческому мышлению, даже к мышлению, например, Нобелевского лауреата. Задолго до открытия пенициллина биологи и микробио-

логи были хорошо знакомы с разрушающим воздействием плесени на различные культуры. Плесень была чем-то нежелательным, и от нее избавлялись путем применения антисептических средств. Среди тысяч биологов и микробиологов нашелся только один — Флемминг, для которого грибки плесени имели не только отрицательное значение. Бактерицидные свойства этих микрорганизмов стали доступны человеку, который открыл их полезное значение.

В экспериментальных исследованиях мышления и процесса решения задач было показано, что доступность зависит от ряда факторов: 1) от структуры поля, в частности от 1а) зрительной структуры, 1б) семантической структуры, или «требования», предъявляемого задачей; 2) от так называемого «Я-включения» [8], от степени вторичного нарциссизма, т. е. заинтересованности в решении задачи, от интереса к содержанию задачи и сублимации этого интереса; 3) от ранее совершившихся интеллектуальных процессов, например заучивания по смыслу, заучивания наизусть и т.д. Этот перечень не претендует на полноту, но все же он заслуживает внимания. Ниже я приведу несколько примеров, иллюстрирующих зависимость доступности от каждого типа факторов.

1а. Зависимость доступности от зрительной структуры поля.

В качестве иллюстрации здесь может служить пример, который приводится Кёлером. В книге Вертгаймера «Продуктивное мышление» [18] можно найти хорошие примеры из области психологии человека.

1б. Зависимость доступности от семантической структуры поля.

Хороший пример для этого случая представляют собой два варианта задачи Дункера [1]. Она заключается в том, чтобы предотвратить влияние X-лучей на здоровые ткани. Обе группы испытуемых решали задачу в одинаковых условиях, но благодаря некоторым деталям контекста задаче придавались разные смысловые оттенки. Одной группе задавался вопрос: «Как можно изолировать лучи от... и т. д.?» Перед другой группой вопрос ставился иначе: «Каким образом можно защитить здоровые ткани от вредного воздействия лучей...

и т. д.?» Степень доступности условия, связанного с варьированием интенсивности лучей, оказалась разной для обеих групп. (В свете экспериментов Заугстэда и Раахэйма можно спросить, проявилось бы это различие и в тексте на доступность, который предшествовал решению задачи?)

Зависимость доступности от «требования», предъявляемого задачей, достаточно ясно показана в экспериментах, проведенных Секеем [16].

Испытуемых просили выразить свое мнение о подсудимом, который обвинялся в том, что он выбросил в море драгоценное кольцо, принадлежащее другому лицу. Этот эксперимент ясно показывает, что доступность условия о «потере ценности» не является свойством, которое присуще субъекту и наличие или отсутствие которого можно было бы обнаружить с помощью теста. Доступность является функцией «требования», накладываемого задачей. Если кольцо должно быть куплено, то нужно знать его ценность. В юридическом вопросе на первом плане стоит физическое разрушение; это препятствует пониманию фактора цены как способа оценки причиненного ущерба.

2. Зависимость доступности от «Я-включения».

Эксперимент, проведенный Секеем [9] для подтверждения этой зависимости, настолько сложен, что здесь можно привести лишь его краткое описание. Было поставлено две задачи. Одна из них решалась в том случае, когда горящая свеча изменит свой вес; в другой задаче условием ее решения было изменение длины нагретого металлического стержня. Оказалось, что оба условия были намного более доступны, когда эксперимент строился так, чтобы заинтересовать испытуемых в содержании задачи. В тех случаях, когда в процесс решения включались интересы, связанные с вторичным нарциссизмом (испытуемому задавались вопросы, затрагивающие его самолюбие), указанные условия оказывались доступными с чрезвычайными трудностями. Эксперимент показал также, что доступность условий об «уменьшении веса» и «изменении длины» не является внутренним свойством субъекта, которым он может либо обладать, либо не обладать, а оно зависит от «Я-включения». Степень нарциссизма и интереса к задаче обнаруживает в данной деятельности существенные ко-

лебания. В другом эксперименте Секей [11; 12] показал зависимость доступности от неудовлетворенного интереса к задаче.

3. Зависимость доступности от ранее совершившихся интеллектуальных процессов.

К этой рубрике можно отнести все эксперименты, описанные в работе Катона «Организация и память» [2] и исследования Секея [10; 12; 13; 15; 16; 17]. В них было показано, что возможность использования материала, усвоенного раньше, зависит от того, как был понят этот материал; степень доступности его в разных ситуациях проявляется неодинаково.

Заугстэд и Раахэйм [7] рассматривают доступность как *свойство*, которым может обладать или не обладать субъект. Гештальт-психологи считают доступность *функцией*, а не свойством. Согласно Заугстэду и Раахэйму, решение задачи зависит от некоторого свойства. Согласно же гештальт-психологам, решение является результатом событий, которые ему предшествуют, и описывается функциональными терминами.

Рассмотрим это различие в теоретических взглядах с точки зрения экспериментальной методологии.

Келер, Вертгаймер и гештальт-психологи не заботились о стандартизации экспериментальной процедуры, а лишь исследовали результаты различных вариантов, получив таким образом богатый материал. Функциональный характер доступности становится очевидным, если сравнить различные варианты решений, которые обусловлены незначительной модификацией эксперимента. Можно ожидать, например, что при варьировании материала, с которым нужно оперировать для того, чтобы решить задачу, степень доступности решения будет изменяться, между тем как показатель доступности, определяемый с помощью речевого теста, окажется неизменным. Что же в действительности показывает нам тестирование?

Заугстэд и Раахэйм стремились найти «надежный» и «объективный» индикатор, чтобы показать реальную зависимость решения задачи от степени доступности. Тест на доступность представляет собой вопросник; данная методика тестирования основывается на предположении, что некоторая «функциональная связь», доступ-

ная субъекту, когда содержание задачи предъявляется ему индивидуально (т. е. в словесной форме), будет доступна также и в более широком контексте проблемной ситуации». *Правильность этого положения сомнительна.*

Эксперименты, проведенные Секеем [13; 14; 15; 16], показали, что доступность решения задачи, предъявляемой в речевой форме (в виде вопросов и ответов), и доступность решения проблемной ситуации могут существенно отличаться друг от друга. В принципе нельзя найти такой надежный индикатор, который указывал бы на то, что может произойти в иной ситуации. Речевой ответ на вопрос сам по себе является не более «надежным» и не более «объективным» индикатором доступности, чем само решение задачи. Почему мы должны верить в то, что одно только называние вопросника тестом должно обеспечить более высокую степень объективности его результатов?

Даже в науке каждая эпоха имеет свои *убеждения*, которые по природе своей являются *ложными*. Современное поколение, однако, уже не признает этого. «Основной период от Галилея до Юнга, Фрешнеля и Фарадея обозначен торжеством идеи о том, что природа состоит из механически движущейся материи... В течение долгого времени имелось множество доказательств в пользу существования электронов, которое было признано лишь после преодоления убеждения в том, что все свойства материи должны объясняться движением массы» [6].

В современной психологии господствует «магическая» *переоценка тестов*. Каждый может колебаться в правильности наблюдения. Часто варьирование условий эксперимента еще не дает таких результатов, которые позволили бы устраниТЬ сомнения. Но если нечто было проверено с помощью теста, то все сомнения пропадают. Я предложил бы называть это *магическим тестированием* в психологии. Наиболее полезные идеи в психологии мышления могут быть сформулированы тогда, когда имеется возможность наблюдать частое повторение явления и когда делается попытка описать его как можно более детально и конкретно. Их нельзя будет получить в том случае, если, руководствуясь магическим тестированием, мы будем регистрировать лишь

конечные результаты, не обращая внимания на течение событий, характеризующихся деталями, которые не поддаются измерению. Множество отброшенных решений и ошибок, которые поддаются только описанию, а не количественному измерению, являются полезным материалом для гипотез и исследований. К сожалению, метод наблюдений, сравнения и описания неоправданно дискредитирован в психологии.

Биология, с которой тесно связана психология, прошла через грандиозную эпоху наблюдения, сравнения и описания. В ней была создана система идей выдающейся важности - теория Дарвина, которая, несмотря на свое столетнее существование, в основном не устарела. У психологии не было этой эпохи. Экспериментальная психология мышления, за исключением работ Кёлера и Вертгаймера, еще ждет своего Дарвина.

ЛИТЕРАТУРА

1. D u n c k e r K., Zur Psychologic des productive]] Denkens, Berlin, Springer, 1935.
2. K a t o n a G., Organizing and Memorising, New York, Columbia Univ. Press, 1940.
3. Koff ka K., Principles of Gestalt Psychology, London, Routledge & Kegan Paul, 1935.
4. Kö h l e r W., Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. Berlin. Abh. Konigl. Akad. Wiss., 1917.
5. Kö h l e r W., The Mentality of Apes, London, Routledge and Kegan Paul, 1925.
6. Polanyi M., Scientific Convictions. In «The Logic of Liberty», London, Routledge and Kegan Paul, 1949.
7. S a u g s t a d P., R a a h e i m K.J., Problem-Solving and Availability of Functions, «Nord. Psykol.», 1957, 9, p. 205—220, and «Acta Psychol.», 15, p. 263—278.
8. S h e r i f M., Cantril H., The Psychology of Ego-Involvements, New York, Wiley, 1947.
9. Székely L., Die Bedeutung der Situation für das Denken, «Ansatz zu einer Feldtheorie des Denkens. Theoria», 1943, 9, 1—21.
10. Székely L., Tänkande och vetande, «Tudskr Psykol. Pecl.», 1943, 1, 158—170.
11. Székely L., The Dynamics of Thought-Motivation, «Amer. J. Psychol.», 1943, 56, p. 100—104.
12. Székely L., Zur Psychologie des geistigen Schaffens «Schw. Z. Psychol.», 1945, 4, 110—124, 332—347.
13. Székely L., Zur Psychologie des inneren Verhaltens beim Lernen, «Denken und Erfahren. Theoria», 1947, 13, 157—182.

14. Székely L., Vetandets disponibilitet för det produktiva tänkande, Seksjonsforedrag ved Nordisk Psykologmöte, Oslo, 1947, 9-13.
15. Székely L., Fortsatta försök rörande inlärning, vetande tänkande, «Tidskr. Psychol. Ped.», 1946, 3, 67—72.
16. Székely L., Knowledge and Thinking, «Acta Psychol.», 1950, 7, p. 1—24.
17. Székely L., Productive Processes in Learning and Thinking, «Acta Psychol.», 1950, 7, p. 388—407.
18. Wertheimer M., Productive Thinking, New York, Harpers, 1945.

Некоторые вопросы
мотивации и направленность мышления

I. Мальцман

Мотивация и направленность мышления¹

Мотивация по праву считается трудной и сложной проблемой. А применительно к мышлению, так называемому комплексному процессу, трудности анализа мотивации неизмеримо возрастают. Однако и эта, и другие проблемы мышления могут быть с большим успехом подвергнуты экспериментальному и теоретическому анализу, если мы будем исходить из предположения, что мышление — сложная форма поведения, включающая изменения внутри и между классами реакций; последние же обусловлены причинами, являющимися производными от более простых экспериментальных ситуаций [29]. Такая постановка вопроса, конечно, не является препятствием для развития новых понятий и положений в области мышления, но нужно, чтобы эти дополнительные понятия вводились лишь в том случае, когда уже установленные понятия явно недостаточны для анализа и объяснения мышления.

Прежде чем перейти к рассмотрению проблем мотивации мышления, целесообразно определить смысл употребляемых нами основных терминов... С этой целью приведем простую иллюстрацию. Обычной экспериментальной задачей, используемой при изучении мышления, яв-

¹ I. Mallzman, Motivation and the direction of thinking, «Psychol. Bull.», 1962, 59, № 6, p. 457—467. Печатается с сокращениями.—*Прим. ред.*

Эта работа была представлена на симпозиуме по мотивации и мышлению, состоявшемся в 1961 г. на собрании Психологической ассоциации Запада.

ляется решение анаграмм. Испытуемому предъявляется в беспорядке ряд букв, например *a-p-h-e-c*. Его задача состоит в том, чтобы образовать одно или несколько слов, используя предъявленные буквы. Предполагается, что до этого испытуемый никогда не сталкивался с данной анаграммой. Эти буквы вызовут соответствующие вербальные ответы испытуемого, когда при их перестановке получатся слова «cheap» («дешевый») и «peach» («персик»). Для успешного решения задачи реакции, возникшие на первоначальную последовательность букв, должны быть преобразованы в новую последовательность. Это образование *нового*, или отличного от предыдущего порядка реакций является характеристикой мышления, отличающей его от процессов памяти. Обучаемость в форме приобретения опыта в том или ином виде реагирования устраняется тем, что данная последовательность букв предъявляется один раз.

В такой ситуации на решение задачи могут оказывать влияние различные параметры. Например, трудности, возникающие при решении задачи, можно умело преодолеть путем систематического изменения порядка букв в анаграмме. Испытуемыми в таких экспериментах являлись студенты-второкурсники колледжей, которые ранее постоянно встречали слова «peach» и «cheap», хотя и не применительно к анаграмме. Оценка успешности решения может быть произведена с помощью того подбора слов, который был произведен Торндайком и Лоджем. Фактор обучения в решении анаграмм может быть постоянным в тех экспериментах, которые посвящены влиянию инструкции на решение задач. Влияние предшествующего обучения может исследоваться в таких ситуациях, когда другие характеристики анаграмм и словесные решения остаются постоянными, в то время как частота решений по Торндайку и Лоджу варьирует путем изменения величины экспозиции, необходимой для предшествующего решения. Инструкцию можно менять, указывая на тот класс среди разнообразных реакций, к которому принадлежит решение. Анаграмма должна быть четко отпечатана на экспонируемой карте и видна испытуемому в течение всего периода, когда он пытается решить задачу. Можно, однако, предъявлять анаграмму через тахистоскоп на короткие промежутки времени или систематически варьировать четкость предъявления.

Три первоначальных условия: инструкция, частота предъявления слов и четкость изображения предметов могут быть использованы для того, чтобы определить соответственно влияние мотивации, обучения и восприятия на способность, называемую мышлением. Используя факторный анализ, можно было бы получить оценку независимого влияния этих факторов на цепь реакций, представляющих собой решение задачи. В таких экспериментальных ситуациях можно разделить влияние различных переменных, в том числе и мотивации, на процесс мышления. В других экспериментальных ситуациях это невозможно потому, что нет подходящего эксперимента, пригодного для варьирования и разделения исследуемых переменных. Такие экспериментальные ситуации не должны использоваться вообще. Они не содержат в себе плодотворного подхода к серьезному экспериментальному изучению мышления.

Концепции мотивации

Что касается самой мотивации, то здесь мы можем быть краткими. Наиболее полное развитие экспериментально обоснованных концепций мотивации, несомненно, содержится в положениях теории поведения стимул — реакция [18; 47; 48]. Здесь нет необходимости рассматривать эти концепции мотивации, так как по этому вопросу имеется много прекрасных обзоров (Браун, 1961; Фарбер, 1955).

Понятия, относящиеся к мотивации, могут быть подвергнуты классификации как ассоциативные и неассоциативные по своей природе и на основе влияния мотивации на поведение. Состояние актуального побуждения (Π) является основной неассоциативной переменной в поведении. Оно представляет своего рода сумму потребностей, актуальных в данный момент, включая и противодействие, вызываемое антиципацией цели. Другие переменные, входящие в мотивацию, по своему характеру ассоциативны полностью или частично. Побуждающий раздражитель является такой ассоциативной переменной. Различное поведение, основывающееся на характерных различиях внутренних стимулов, является следствием ассоциативного обучения [17; 26]. Антиципирующая реакция цели обладает двойкой — и ассоциатив-

ной, и неассоциативной — функцией. Реакция, обусловленная стимулом ($C_4(P_{общ.})$), может выступать как источник ассоциативной силы для некоторых реакций. В этом случае действие такой реакции является направляющим, вызывая специфические реакции, достигающие высшей точки при их общности с данной целью. Поскольку наличие антиципирующей реакции цели и отсутствие возможностей достижения цели выступают обычно в качестве источника противодействующего мотива, который влияет на состояние актуального побуждения, создание неблагоприятных условий или блокирование антиципирующих реакций может привести к усилению мотива (Π) [1; 5; 6; 19; 28; 34; 43; 48].

Другое различие, имеющее существенное значение, — это различие устойчивых и неустойчивых переменных. Устойчивые переменные — это относительно постоянные свойства организма, для которых условием взаимодействия организма со средой является прошлый опыт [28; 46]. Научение, а также и потребность в пище являются устойчивыми переменными.

Неустойчивые переменные «представляют собой не постоянные, а гипотетические, незаметные реакции, не выраженные процессы, имеющиеся у индивида» [46, стр. 76]. Характеристика других процессов или реакций, вызывающих побуждение, состоит в том, что они изменяются во времени относительно быстро. Именно они, а не постоянные свойства индивида определяют особенности поведения. Изменение или конфликт мотивов принадлежат к этим неустойчивым переменным, равно как и детерминирующие тенденции или задания, а также другие виды вербальных реакций. Эти неустойчивые побуждения, несомненно, представляют собой наиболее важные источники мотивации мышления.

Ассоциативные факторы и направленность мышления

Если мы при рассмотрении мышления примем простое предположение о том, что мышление представляет собой изменение внутри и между иерархическими совокупностями навыков, тогда к проблеме мотивации мышления можно сразу же применить положения о мотива-

ции, развивающиеся теорией бихевиоризма, и особенно идеи Халла и Спенса.

Значение различий между ассоциативными и неассоциативными переменными станет более очевидным, если проблему направленности мышления сформулировать так, как это сделал Хэмфри [20]. Из проблем, относящихся к направленности мышления и требующих объяснения, он выделил следующие:

1. Что определяет упорядоченную последовательность мыслей?
2. Что вызывает именно данную последовательность мышления?
3. Что обусловливает ту последовательность мышления, которая необходима для решения конкретной задачи?

Обзор Хэмфри теорий мышления 40-х годов показал, что у каждого автора имеются трудности при рассмотрении этих вопросов. Однако уже и в это время были даны характеристики комплексного поведения в терминах теории стимул-реакция, так как в 40-х годах исполнилось десять лет со дня опубликования Халлом [16] теоретического анализа простого обучения по методу проб и ошибок. Наблюдается поразительное сходство между проблемами в теории проб и ошибок, которые, согласно Халлу, требуют объяснения, и соответствующими проблемами при исследовании направленности мышления:

1. Какие условия определяют порядок появления различных действий?
2. Что определяет постоянство реагирования организма даже в случае повторных неудач?
3. Какие условия ограничивают круг реакций, с помощью которых решается задача?

Толкование Халлом вышеобозначенных сторон поведения по методу проб и ошибок было следующим:

1. Определенное действие в условиях поведения типа проб и ошибок вызывается таким состоянием процесса, которое в данный момент является самым сильным.
2. Организм сохраняет постоянство реагирования, несмотря на неудачи, потому что ситуация, в которой некоторые раздражители вызывают соответствующие реакции, сама остается постоянной.
3. Круг реакций, вызываемых данной проблемной ситуацией, ограничивается теми реакциями, которые в

прошлой жизни организма стали условными реакциями по отношению к тем или иным компонентам раздражителей в данной ситуации.

В более поздние годы Халл определил дополнительные внутренние источники постоянного раздражения, обуславливающие постоянство поведения, осуществляющегося по типу проб и ошибок. Таковыми являются побуждающий стимул (C_n) и стимуляция, обусловленная антиципирующей реакцией цели (C_u). Еще позже он ввел понятие «состояние побуждения» (Π), актуализирующего навыки, имеющиеся в данный момент.

Примечательно, что на этом описательном уровне характеристики направленности мышления, выдвинутые Хэмфри, могли быть объяснены в терминах теории поведения, предложенных Халлом. Однако необходимо заметить, что все характеристики направленного или мотивированного мышления могут быть объяснены и в понятиях ассоциативных переменных. Вопрос, который напрашивается сам собой, конечно, состоит в том, есть ли необходимость предполагать в действительности состояние актуального побуждения, вызывающего процесс мышления. Даже если эксперимент с очевидностью подтвердит, что такое понятие необходимо, большая часть того, что рассматривается как мотивированное мышление, может быть объяснена в обычных ассоциативных терминах, не прибегая к концепции мотивированного мышления, отправной точкой которого является побуждение. Превосходный анализ этой проблемы в различных контекстах был уже представлен Брауном [6], Фарбером [14] и Постмэном [39] и др. Фарбер [14] показал, что множество исследований, посвященных мотивации процесса воображения, таких, например, исследований, которые относятся к возникновению мотива, может быть объяснено только в рамках ассоциативной терминологии.

Несмотря на заметное сходство между характеристиками направленного мышления и простым обучением по методу проб и ошибок, между ними, очевидно, имеются и различия. Хэмфри [20] не привел исчерпывающей характеристики направленного мышления. Прежде всего на тот или иной компонент проблемной ситуации могут быть такие реакции, которые ранее не были никогда связаны с этой ситуацией условными связями.

Сдвиги в направленности мышления могут происходить и в сходных проблемных ситуациях. В проблемной ситуации вообще может не быть внешнего раздражения в тот момент, когда имеет место данная направленность мышления, или проблемная ситуация вообще может не иметь отношения к данной направленности мышления. Вместе с тем каждой из этих дополнительных характеристик направленного мышления можно дать объяснение в ассоциативных терминах. Особое значение в этой связи имеют генерализация условного рефлекса, совокупность навыков и реакции, вызванные побочными раздражителями. Вопрос о том, имеются ли какие-либо характеристики мотивированного мышления, которые требовали бы введения неассоциативных теорий, остается открытым. Мы полагаем, что такие характеристики есть. Хотя имеющихся в нашем распоряжении соответствующих экспериментов чрезвычайно мало, очевидно, что неассоциативные переменные ряда неустойчивых побуждений, вызываемые словесно, необходимы для адекватного учета некоторых особенностей направленного мышления.

Конфликт несовместимых тенденций при реагировании, как источник мотивации или побуждения, неоднократно привлекал к себе внимание психологов. В современных теориях предложено значительное число различных характеристик конфликта, вызываемого побуждением [1; 5; 6; 34; 43; 48]. Некоторые из этих концепций стали основой функциональной психологии. Дьюи (1895) сформулировал конфликтную теорию эмоций, а понимание того, что процесс мышления возникает тогда, когда нарушается привычное реагирование [11], подтверждает тесную связь, которая существует между мышлением и мотивацией. Бартлетт [4] ясно сформулировал зависимость этих двух переменных от сознания, сосредоточенного на определенном пункте. Уже в недавнее время Бирлайн [5] создал предпосылки для наиболее всестороннего анализа конфликта применительно к мышлению. Он проанализировал множество различных ситуаций в терминах своего понимания конфликта и объединил многие из новейших американских работ по проблеме любознательности и исследовательскому поведению, а также работ по ориентированной деятельности, проведенных в СССР. К сожалению, в настоящее время его остроум-

ные формулировки остаются в большей своей части теоретическими, так как они значительно шире, чем соответствующие экспериментальные данные. Непротиворечивых данных о влиянии конфликтных побуждений на процесс мышления поразительно мало.

Исследование, которое ближе всего подходит к этой проблеме, — изучение влияния конфликта, вызываемого неразрешимыми задачами, на последующее поведение в процессе решения задачи. Гипотеза состоит в том, что появление антиципации цели, вербализация цели или процесс решения задачи [29] ведут к явлению, сходному с напряженностью, и являются источником подкрепления, когда достигается решение.

Влияние конфликта, вызывающего побуждения, и мышление

Хотя побуждение и вызывает активность, это не означает, что его действие обязательно должно облегчать процесс мышления. Поскольку побуждение ненаправленно, актуализирует все или часть навыков, привлекаемых к решению, решение задачи может быть облегчено или заторможено и зависимости от иерархической структуры навыков, включаемых в это решение. Для того чтобы проводить экспериментальное исследование по проблемам мотивации и мышления, необходимо осуществить контроль над предварительными условиями, которые относятся к предполагаемым переменным побуждения, и над иерархической структурой навыков. Подобные условия возникают в неразрешенных проблемах, решение которых приводит к конфликту, вызывающему побуждение, а проявляющаяся при этом установка индивида позволяет исследовать иерархическую структуру навыков.

Обычный эксперимент, использующий задачу Лачинса [27] на сосуды с водой¹, предлагает испытуемому серию

¹ The Water jar problem - название теста, который состоит из серии простых арифметических задач о трех сосудах с водой, каждый из которых имеет известный максимум емкости. От испытуемого требуется манипулировать этими сосудами таким образом, чтобы получить заданное количество жидкости в одном из них. Описание этого теста и его критика приведены в статье Е. Левитта (См. статью «The Water jar Einslellung Test as a measure of Rigidity», «Psychol. Bull.», 1956, 53, № 5.—Прим. перев.)

заданий, решаемых так называемым последовательным рассуждением. В результате тренировки этот вид решения в значительной степени приобретает характер упрощенного навыка. Когда в дальнейшем испытуемому предъявляется задача, в которой возможно простое решение, не требующее сложных рассуждений, в результате предшествующей тренировки, он и эту задачу решает на основе последовательного рассуждения. Если же состояние актуального побуждения возрастает в условиях конфликтной ситуации, то возрастает также и абсолютное различие в способах решения и более частое проявление тенденции к использованию ранее усвоенных способов решения. Кауэн [10] и Пэлли [37], использовав, по существу, этот же самый эксперимент, получили результаты, согласующиеся с мотивационной интерпретацией.

При отсутствии четко сложившейся иерархической структуры навыков Райн [42] обнаружил, что неудачи при решении анаграмм, предъявляемых перед опытом, вызывают заметное ухудшение в решении тестовых анаграмм. Имеется тенденция к большему ухудшению, возникающему в результате конфликта, в том случае, когда нерешенные и тестовые анаграммы принадлежат к одному и тому же типу, по сравнению с тем случаем, когда они принадлежат к другому типу задач. Эти результаты подтверждают то положение, что ассоциативные переменные, по крайней мере частично, вызывают ошибки, оказывающие влияние на процесс решения задач.

Солли и Стегнер [45] обнаружили, что время решения анаграмм значительно возрастает в зависимости от предшествующих неудач при предъявлении неразрешимых анаграмм. Эти результаты можно объяснить как в ассоциативных, так и в неассоциативных или мотивационных понятиях. Явной, хотя и недостаточно определенной поддержкой мотивационной концепции является тот факт, что при измерении потоотделения ладони до и после эксперимента в группе, в которой имели место неудачи при решении задач, наблюдалось значимое увеличение потоотделения по сравнению с контрольной группой. Глэссер [15] при исследовании влияния неудач также использовал тесты с анаграммами. Он вызывал состояние конфликта, применяя в эксперименте разнородный материал, включающий задачу на сосуды с водой. Было

получено очевидное подтверждение возможности возникновения ошибок, когда установка, сложившаяся в решении предшествующих анаграмм, оставалась господствующей и при решении последующих анаграмм. Он также обнаружил увеличение кожно-галванической реакции в случаях неуспеха при решении задач.

Хотя эти исследования состояния конфликта, вызываемого неудачами при решении задач, можно объяснить и с точки зрения терминов теории мотивации, они еще не содержат прямого подтверждения мотивационной концепции. Как показали Чайлд и Уотерхауз [8], индивиды могут научиться использовать конфликтную ситуацию как особого рода помочь для мышления. Конфликтные ситуации могут быть использованы в обучении как источник для более эффективного мышления. Такая ассоциативная интерпретация последствий неудач предполагается, например, в исследованиях Каэна [10] и Глэссера [15], хотя специфические условия, при которых имеет место возникновение ошибок или интерференция на основе ассоциаций, в этих работах не сформулированы. Мотивационное истолкование конфликта, сформулированное в теории поведения Халла - Спенса, более четко определяет условия, при которых возможно возникновение противоположного эффекта. Но и эта и другие теории поведения, основывающиеся на принципе стимул—реакция, предполагают, что побуждения могут вызывать ся и внутренними раздражителями. Определение точных условий, при которых улучшаются различные типы поведения в результате конфликта, и условий, при которых воспроизводятся ранее усвоенные стереотипные формы поведения, является серьезной психологической проблемой. Четкое выявление стимулирующей роли конфликта при решении задач требует исследования, включающего факторную схему с доминирующими мыслительными установками индивида, иерархической структурой навыков, имеющих место в условиях успешного и неуспешного решения задач. В этом случае можно было бы показать для одних и тех же испытуемых, что конфликт может улучшать или ухудшать процесс решения задач, в зависимости от взаимодействия мотивации и доминирующих в данный момент структур навыков. Глэссер [15] попытался провести такой эксперимент, но он не смог создать подходящего теста, так как ему не удалось получить

доминирующих установок, определяющих неправильные решения Мальтцман, Фокс и Моррисетт [31] получили как положительное, так и отрицательное влияние конфликта, выступавшего в качестве побочного побуждения, на процесс решения задач. Но эти эксперименты можно подвергнуть критике, так как различные эффекты были получены на двух различных группах испытуемых с двумя различными типами задач. Возможность предсказания определенного влияния побуждения на процесс решения задач выступает в однозначных результатах Кастенеде и Липситт [7], использовавших ситуацию простого двигательного обучения.

Другое существенное условие анализа конфликта, вызывающего побуждение в процессе решения задач,— это сходство ситуации, в которой не было достигнуто решения, с экспериментальной ситуацией. И в том случае, когда доминирует правильная, и в том случае, когда доминирует неправильная совокупность навыков, может иметь место ухудшение процесса решения, если у испытуемого возникнет беспокойство по поводу большого сходства задач. Облегчение решения возникает в том случае, когда предыдущая ошибка вызывается нес适合ным материалом. В последнем случае конкурирующие реакции могут быть связаны только с неудачей и не переносятся на ситуацию эксперимента. При таких разнородных условиях задач только состояние неспецифической мотивации может оказывать влияние на ситуацию контрольного эксперимента.

Мэрдок [35] провел исследование по изучению влияния неудач, которые не ведут к возникновению конфликта, выступающего в качестве побуждения, а являются источником подкрепления при торможении ранее усвоенного действия. Используя метод опосредующего обобщения, он показал, что неудачи, связанные с отдельными реакциями, затрудняли дальнейшее усвоение при двигательном обучении, где эти реакции уже не могли выступать в качестве посредников для нового обучения. Говоримому, избегание опосредующих реакций, связанных с неудачами, было подкреплено. Распространение данного анализа на избегание подразумеваемых словесных реакций может явиться основой для понимания так называемого «подавления» и «сдерживания» в мышлении [13].

В противоположность описанным экспериментам Кендлер, Кендлер, Плискофф и Д'Амато [25] провели остроумные эксперименты, подтверждающие энергетическую роль положительного побуждения. Ситуация решения задач дошкольниками, которую использовали эти экспериментаторы, требовали объединения предварительно разделенных элементов навыка. Было обнаружено, что такое объединение зависит от наличия положительного побуждения, равно, как и от подкрепления отдельных элементов навыка.

Детерминирующая тенденция и изменяющиеся потребности

Исторически наиболее известным понятием, используемым при анализе направленности мышления, стало понятие психической установки — термин, которым мы уже пользовались и который включает в себя такие понятия, как задача, детерминирующая тенденция, идея цели и т. д. Тип поведения, на котором обычно демонстрируют психическую установку, — это увеличение частоты появления в поведении реакций определенного класса. Сопутствующее изменение в поведении, часто используемое как критерий установки, — уменьшение частоты появления реакций нового типа. Очевидно, что такие изменения в поведении могут быть результатом разнообразия предшествующих условий, тех, которые обычно относятся к обучению, мотивации, общению, — другими словами, всех тех известных переменных, которые относятся к поведению.

Известны два вида установки, различающиеся по условиям своего возникновения и функциональным отношениям к последующим изменениям поведения. Эти два вида установки соответствуют устойчивым и неустойчивым переменным. Обучение классам реакций или приобретение упроченного навыка, когда определенный класс стимулов вызывает данную совокупность реакций, — это устойчивая переменная. Второй изученный тип установки — это инструкция к задаче, вызывающая изменения в иерархической совокупности навыков путем увеличения реактивного потенциала по отношению к определенному классу реакций через антиципацию цели. Установки, совершенствующиеся по мере тренировки, основаны на

росте упроченности навыка, и, следовательно, они совершенствуются относительно медленно и имеют определенную степень постоянства. В отличие от них установки, обусловленные инструкцией, являются лабильными, возникают быстро и не нуждаются в постоянстве [30, стр. 420].

Последний тип установки, или детерминирующей тенденции, обладает свойствами изменяющейся потребности. Антиципация цели, по-видимому, ведет к немедленному увеличению реактивного потенциала для всех связанных с этой целью реакций и иерархической совокупности навыков. Такой эффект имеет место потому, что антиципация цели включается во множественные отношения с упроченным навыком [29]. Реактивный потенциал является важным источником побуждения в энергетическом смысле, он обусловливает направленность мышления путем возбуждения главным образом тех реакций, которые образуют общую иерархическую совокупность навыков, общую структуру словесных ассоциаций. Возникновение антиципации цели и последующее недостижение цели ведут к дальнейшему росту побуждения. Этот конфликт во может быть в данном случае единственным источником мотивации, так как при решении задачи, по определению, правильная реакция не дана с самого начала. Решение задачи ведет к достижению цели, уменьшает побуждение и, таким образом, выступает в качестве подкрепления. Является ли направленным весь процесс мышления или нет — мы не знаем. Отчасти этот вопрос сводится к определению того, что понимать под «целью».

Экспериментальные доказательства того, что инструкция ведет к быстрому возрастанию вероятности данного класса реакций, представлены во многих исследованиях [например, 22; 30; 31; 41], а до этого в исследованиях Вюрцбургской школы [21; 50]. В работах по проблеме решения задач было неоднократно отмечено, что даже простое инструктирование испытуемых перед началом предъявления анаграмм, включающее указание о том, что все решаемые анаграммы принадлежат к определенному классу, например к словам, обозначающим явления природы, вело к значительному облегчению процесса решения. Можно разразить, что этот эффект был получен потому, что инструкция сократила область возможных ответов, устранив многие неверные решения еще до того,

как делалась попытка их предпринять. Это совершенно правильно, но основание для такого эффекта было сформулировано ранее. Данный класс ответных реакций, относящихся к решению, сразу же увеличивает реактивный потенциал, становится доминантным в сложной иерархической совокупности навыков, вызываемых этой задачей.

Детерминирующие тенденции как форма изменяющейся потребности часто формируются под влиянием инструкции и указаний экспериментатора. Другая распространенная форма изменяющейся потребности возникает при варьировании различных дополнительных факторов, таких, как подсказки, намеки, новизна, заранее данная информация и т. д. [9; 33; 36; 44; 49]. Джадсон и Кофер [23] показали эффективное использование теста «Задача из четырех слов» для этой цели. Два слова в каждой части теста были двусмысленными в том отношении, что они являются членами двух различных классов ответных реакций или групп навыков, в то время как другие слова, несомненно, члены лишь одного из двух соответствующих классов. Задача испытуемого состоит в том, чтобы определить, какое из четырех слов не имеет отношения к трем другим. Например, предъявляются слова: «прибавить», «вычесть», «увеличить», «растя». Слова «прибавить» и «увеличить» являются двусмысленными в том отношении, что они определяют арифметические действия и функции роста. Слова «вычесть» и «растя» — недвусмысленные в том отношении, что первое из них принадлежит к соответствующему классу арифметических операций, а второе — только к понятиям роста.

Проверяемая гипотеза состояла в том, что, какое бы из недвусмысленных слов ни появлялось, первое слово будет активировать реактивную тенденцию данного класса реакций, приводя к исключению второго недвусмысленного слова как не имеющего отношения к трем другим словам. Так, если слово «вычесть» появляется перед словом «растя», иерархия понятий, относящихся к арифметическим операциям, будет дифференцироваться легче и слово «растя» будет исключаться, как не имеющее отношения к делу. Если же первым появится слово «растя», класс реакций, к которому оно принадлежит, получит увеличение реактивного потенциала, и, таким образом, будет отброшено слово «вычесть». Порядок

недвусмысленных слов систематически варьировался. Результаты, полученные в двух исследованиях, показали, что недвусмысленные слова, предъявляемые первыми, отбрасываются менее часто по сравнению со словами, предъявляемыми вторыми, невзирая на особенности рассматриваемого слова или условия его предъявления. Эти результаты показывают, что появление единичного словесного ответа увеличивает вероятность появления соответствующего класса ассоциативных реакций или группы навыков.

Другая проблемная ситуация, описанная Джадсоном, Кофером и Джелфенном [24], дает результаты, еще раз наводящие на мысль о том, что появление данной реакции увеличивает вероятность появления реакций, ассоциированных с ней. В этом случае, при решении словесной задачи, подкрепление одного из членов ряда ассоциированных слов увеличивает частоту выбора ассоциаций из того же самого ряда при их появлении в различных вербальных задачах.

Другое исследование [33] показало, что необычность реакции на ряд ассоциированных слов увеличивается в зависимости от новизны в ассоциировании различных словесных раздражителей.

Систематическое исследование параметров реакций, ведущих к возникновению изменяющихся потребностей, настоятельно необходимо и представляет собой одну из наиболее увлекательных проблем в области психологии мышления. Она представляет собой, по-видимому, также проблему, интересную для анализа речевого поведения. Нужно провести значительно большее число исследований, прежде чем изменения, вызванные словесной реакцией, можно будет надежно охарактеризовать как изменения состояния побуждения. Особенно полезным в этом отношении было бы систематическое исследование влияния изменяющихся потребностей на упрочение навыка и их роли и места в процессе обучения.

Область мышления имеет главное значение при исследовании человеческого поведения. В последнее десятилетие явно пробуждается интерес к проблемам мышления и есть некоторые показатели действительного научного прогресса. И в этой относительно заброшенной области психологии проблемам мотивации уделяется наименьшее внимание. Положение дел, несом-

ненно, должно быть изменено. Но это изменение может привести к улучшению научных знаний только в том случае, если систематические экспериментальные исследования в этой области будут направляться строгой психологической теорией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amsel A., The role of frustrative nonreward in noncontinuous reward situations, «Psychol. Bull.», 1958, 55, 102—119.
3. Amsel A., Malmann I., The effect upon generalized interference with water intake, «J. exp. Psychol.», 1953, 46, 243—247. drive strength of emotionality as inferred from the level of consiimmatory response, «J. exp. Psychol.», 1950, 40, 563- -569.
4. Bartlett F. S., Feeling, imaging and thinking, «Brit. J. Psychol.», 1925, 16, 16-28.
5. Berline D. E., Conflict, arousal and curiosity. New York, McGraw-Hill, 1960.
6. Brown J.C., The motivation of behavior, New York, McGraw-Hill, 1961.
7. Castenada L., Lipsill L.P., Relation of stress and differential position habits to performance in motor learning «J. exp. Psychol.», 1959, 57, 25- 30.
8. Child I. L., Waterhouse I.K. Frustration and the quality of performance: II. A theoretical statement, «Psychol. Rev.», 1953, 60, 127-139.
9. Cofer C.N., Experimental studies of the role of verbal processes in concept formation and problem solving, «Ann. N. Y. Acad. Sci.», 1960, 91, 94—107.
10. Cowen E.L., The influence of varying degrees of psychological stress on problemsolving rigidity, «J. abnorm. soc. Psychol.», 1952, 47, 512—519.
11. Dewey J., The theory of emotion. II: The significance of emotions. «Psychol. Rev.», 1895, 2, 13—32.
12. Dewey J., How we think. New York. Heath, 1933.
13. Dollard J., Miller N.E., Personality and psychotherapy, New York, McGraw-Hill, 1950.
14. Farber I. E., The role of motivation in verbal learning and performance, «Psychol. Bull.», 1955, 52, 311--327.
15. Gassner N., The relationship of habit hierarchy, duration of experimental frustration, lenght of delay interval and frustration tolerance to problem solving behavior. Unpublished doctoral dissertation. Univer. of California, Los Angeles, 1958.
16. Hull C.L., Simple trial-and-error learning: A study in psychological theory, «Psychol. Rev.», 1930, 37, 241—256.
17. Hull C.L., Differential habituation to internal stimuli in the albino rat, «J. comp. Psychol.», 1933, 16, 255—273.
18. Hull C.L., Principles of behavior. New York, Appleton-Century, 1943.

19. Hull C. L., A behavior system, New Haven, Yale Univer. Press, 1952.
20. Humphrey G., The problem of the direction of thought, «Brit. J. Psychol.», 1940, 30, 183—196.
21. Humphrey G., Thinking, London, Methuen, 1951.
22. Hunter I. M. L., The influence of mental set on problem-solving, «Brit. J. Psychol.», 1956, 47, 63—64.
23. Judson A. J., Cofer C. N., Reasoning as an associative process: I. «Direction» in a simple verbal problem, «Psychol. Rep.», 1956, 2, 469—476.
24. Judson A. J., Cofer C. N., Gelfand S., Reasoning as an associative process. II. «Direction» in problem solving as a function of prior reinforcement of relevant responses, «Psychol. Rep.», 1956, 2, 501—508.
25. Kendler H. H., Kendler T. S., Pliskoff S. S., D'Amato M. F., Inferential behavior in children. I: The influence of reinforcement and incentive motivation, «J. exp. Psychol.», 1958, 55, 207—212.
26. Leeper R., The role of motivation in learning: A study of the phenomenon of differential motivational control of the utilization of habits. «J. genet. Psychol.», 1935, 46, 3—40.
27. Luchins A. S., Mechanization in problem solving, «Psychol. Monogr.», 1942, 54 (6, Whole № 248).
28. 28. Mallzman I., The process need, «Psychol. Rev.», 1952, 59, 40—48.
29. Mallzman I., Thinking: From a behavioristic point of view, «Psychol. Rev.», 1955, 62, 275—286.
30. Mallzman I., Isman E., Brooks L. O., Smith W. M., Task instructions for anagrams following different task instructions and training, «J. exp. Psychol.», 1956, 51, 418—420.
31. Mallzman I., Fox J., Morrisett L. Jr., Some effects of manifest anxiety on mental set, «J. exp. Psychol.», 1953, 46, 50—54.
32. Mallzman I., Morrisett L. Jr., Effects of task instructions on solutions of different classes of anagrams, «J. exp. Psychol.», 1953, 45, 351—354.
33. Mallzman I., Smithon S., A recency effect between word-association lists, «Psychol. Rep.», 1959, 5, 632. "
34. Marx M. H., Some relations between frustration and drive. In M. R. Jones (ed.), «Nebraska symposium on motivation: 1956», Lincoln, Univer. Nebraska Press, 1956.
35. Murdock B. B., Jr., The effects of failure and retroactive inhibition on mediated generalization, «J. exp. Psychol.», 1952, 44, 156—164.
36. Osgood C. E., Motivational dynamics of language behavior, In M. R. Jones (ed.), «Nebraska symposium on motivation: 1957», Lincoln, Univer. Nebraska Press, 1957.
37. Pally S. J., Cognitive rigidity as a function of threat. «J. Pers.», 1950, 23, 346—355.
38. Platonov K. I., The word as a physiological and therapeutic factor, Moscow, Foreign Languages Publishing House, 1959.
39. Postman L., The experimental analysis of motivational factors in perception. In «Current theory and research in motivation: A symposium», Lincoln, Univer. Nebraska Press, 1953.

40. Razran G., The observable unconscious and the inferable conscious in current Soviet psychophysiology: Interoceptive conditioning, semantic conditioning and the orienting reflex, «Psychol. Rev.», 1961, 68, 81—147.
41. Rees H., Israe l H., An investigation of the establishment and operation of mental sets, «Psychol. Monogr.», 1935 46, (6, Whole X» 210).
42. Rhine R.J., The effect on problem solving of success or failure as a function of cue specificity, «J. exp. Psychol.», 1957. 53, 121—125.
43. Seward J. P.. Secondary reinforcement as tertiary motivation: A revision of Hull's revision, «Psychol. Rev.», 1950, 57, 362—374.
44. Skinner B.F., Verbal behavior, New York Appleton-Century-Crofts, 1957.
45. S o l l y C. AV, S t a g n e r R., Effects of magnitude of temporal barriers, type of goal and perception of self, «J. exp. Psychol.», 1956. 51, 62—70.
46. Spence K.W., The postulates and methods of behaviorism «Psychol. Rev.». 1948, 55, 67—78.
47. Spence K.W., Behavior theory and conditioning, New Haven, Yale Univer. Press, 1956.
48. Spence K.W., Behavior theory and learning, New York, Prentice-Hill, 1960.
49. St or m s L.H., Apparent backward association: A situational effect, «J. exp. Psychol.», 1958, 55, 390—395.
50. Titchener E.B., Lectures on the experimental psychology of the thought processes, New York, Macmillan. 1909.

Э. Хилгард

Сравнение импульсивного
и реалистического мышления.
Исследование различий между первичными
и вторичными процессами в мышлении¹

Различие между алогичным и импульсивным в мышлении, с одной стороны, и логичным и рациональным — с другой, конечно, различие очень старое. В любом курсе элементарной логики указывается на те факторы, которые приводят к ошибкам в мышлении, таким, как *argumentum ad hominem*, и другим, из-за которых предубеждение мешает истинному суждению. Не от Фрейда идет и понимание того, что «желание есть отец мысли». Современные психологи, например Пиаже и Вернер, приходят к заключению о различии между более ранними и более поздними способами мышления. Следовательно, некоторые различия в мышлении, и в частности различие Фрейдом первичных и вторичных процессов, достаточно правдоподобно.

Первичные и вторичные процессы

Различие между первичными и вторичными процессами столь распространено в психоанализе, что полностью принимающие его психоаналитики ограничиваются лишь беглым упоминанием об этом различии. Это отчасти происходит потому, что данные понятия относятся к метапсихологии, а клиническая литература по психологии пользуется другими понятиями. В дискуссиях по наи-

¹ Статья подготовлена для симпозиума по мотивации мышления (Вашингтон, 15 июня 1961 г.): «Impulsive versus realistic thinking: An examination of the distinction between primary and secondary processes in thought». Печатается с сокращениями.— Прим. ред.

более теоретическим вопросам психоанализа эти два процесса неизменно занимают центральное место.

Имеются следующие характеристики первичного и вторичного процессов, которые необходимо рассмотреть в связи с общей теорией мышления:

1. Первичный процесс — более ранний по времени и более примитивный, чем вторичный процесс. Это, однако, не означает, что с возрастом первичный процесс исчезает, функционирование первичного процесса характерно и для нормального взрослого и для нормального ребенка, например, в сновидениях.

2. Когда первичный процесс становится управляющей силой, желание находит завершение в воображении; ребенку говорят, чтобы он вообразил удовлетворение своих внутренних потребностей, если они не могут быть удовлетворены в данный момент. В противном случае наступает сильный аффективный разряд.

3. Первичный процесс согласуется с принципом удовольствия, вторичный — с принципом реальности.

4. В наследственных задатках принцип удовольствия «господствует безгранично» и «Я» пытается заменить принцип действительности принципом удовольствия.

5. Формальная характеристика различий первичного и вторичного процессов та, что первичный процесс выводится главным образом из сновидений. Таким образом, игнорирование времени, пространства и обычной логики типично для первичного процесса; процессы, которые Фрейд обозначает как работу сновидений, являются первичными, особенно сгущение, замещение и символизация.

6. Первичный процесс включает «подвижный катексис» («mobile cathexis»)¹ и имеет дело с большим количеством энергии; вторичный процесс предполагает «ограниченный катексис» и оперирует с малыми количествами энергии. Взаимодействие первичного и вторичного процессов конфликтно, оно включает регрессию, защиту и т. п.

7. Первичный процесс — процесс непреодолимый, властный; вторичную же мыслительную активность мы можем «либо принять, либо отставить» [33, стр. 76].

8. Первичный процесс мышления у людей, находя-

¹ Катексис (cathexis) — духовная или эмоциональная энергия, направленная на идею или объект. — Прим. перев.

щихся в сознании, может быть обнаружен «либо вследствие силы, либо вследствие слабости» [22, стр. 267]. То есть первичный мыслительный процесс может возникнуть либо от слабости Я (как это бывает в состоянии психоза), либо вследствие того, что какое-либо лицо возвращается к первичному процессу мышления ради забавы или для того, чтобы «раскрыть себя» творческим мыслям. Это должно называться «ретрогressией на службе Я» [25, 37].

В этих представлениях много плодотворных идей. Для того чтобы они стали частью общей психологии, нужно, во-первых, понять теорию Фрейда в ее собственной терминологии и, во-вторых, подвергнуть эту теорию критике, для того чтобы в конечном счете ее перестроить. Понятия Фрейда можно сравнить с понятиями Пиаже (в анализе Вольфа [40]¹). В некоторой форме принимается также и противоречие между прелогичным, импульсивным мышлением и более абстрактным, бесстрастным, реалистическим мышлением (обе формы имеют место и у взрослых индивидов). В этой связи важно знать, о чем идет речь. Доводы Фрейда основываются на сновидениях как прототипе первичного процесса, а это положение может вызвать возражения либо на том основании, что мышление во сне не очень хороший показатель алогичного и ошибочного мышления (даже если оно и отвечает этим характеристикам), либо на том основании, что Фрейд дает одностороннюю картину того, что происходит в сновидениях. Френч, полагающий, что сновидения — это попытки решения задачи, вещь более упорядоченная, чем думал Фрейд, вновь подверг анализу, уже в своих понятиях, казус Дора, рассматривающийся Фрейдом [6, стр. 10—18].

Наиболее дискуссионными сторонами схемы Фрейда из-за их неясности, недоказанности или спорности мне кажутся следующие:

¹ Хотя общий смысл монографии Вольфа состоит в том, что согласовать понятия Фрейда и Пиаже довольно просто, он дает и глубокий анализ их различий, особенно применительно к первой стадии развития, когда различие первичного и вторичного процессов наиболее убедительно. Здесь Вольф подчеркивает то, что, согласно Пиаже, основная направленность организма — ассимиляция окружающей среды, в то время как, согласно Фрейду, организм пытается избавить себя от всех раздражителей [40, стр. 60].

а) Теория взаимодействия между принципом удовольствия и принципом реальности, особенно при отрицательном определении удовольствия как способе уменьшения напряженности, и разделение аффекта и познания, проистекающее из понимания аффективного разряда как альтернативы галлюцинации, которая выступает как средство уменьшения напряженности первичного процесса.

б) Предположение, что ребенок начинает галлюцинировать отсутствующий побудитель.

в) Включение энергетических представлений в противопоставление первичного и вторичного процессов. Каждое из этих положений требует некоторых пояснений.

Мотивационная теория уменьшения напряженности подвергалась ряду нападок, и постепенно внимание переместилось с отрицания освобождения от напряжения к подчеркиванию положительной роли побудителей [19, стр. 427—433; 39]. Хотя принцип удовольствия Фрейда более сложен, чем положения типичных теорий мотивации, полученных при экспериментальном исследовании проблемы обучения, он дает основания критиковать Фрейда на тех же самых основаниях, например за его отрицание радости и надежды как определенных аффектов [36, стр. 19—21].

Наиболее своеобразной особенностью теории Фрейда является утверждение, что ребенок галлюцинирует отсутствующий объект. Это, конечно, предположение, и оно основывается преимущественно на зрительной природе сновидений, но это предположение постоянно повторяется у авторов, занимающихся проблемами фрейдизма. Следует заметить, что такое галлюцинирование не может быть умственной активностью на ее ранней стадии, так как галлюцинации — это память, и здесь применимы некоторые теории первичного восприятия и восстановления. Можно представить, что принцип удовольствия действует до того, как развиваются способы мышления вообще. Благодаря дальнейшим ступеням человеческого развития, обусловленным тем, что не всегда наличествовал объект, удовлетворяющий потребности, развились внимание и память, а из них — мышление. Конечно, это развитие происходило в направлении принципа реальности, но один вид мыслительной

активности отделился — это фантазия. Следовательно, в мышлении имеется первичный процесс, который продолжает существовать после того, как развился вторичный процесс. Тот факт, что фантазия на самом деле не приводит к удовлетворению потребности, означает, что вторичный процесс должен развиваться почти одновременно с первичным; вероятно, с самого начала мы имеем дело с отношением двух процессов; первичный процесс постепенно дает дорогу более сложному вторичному процессу.

Насколько правдоподобно предположение, что ребенок начинает галлюцинировать в ответ на свои потребности? Трудно, привести доказательства, но, используя обратную аналогию — запись ЭЭГ и движений глаз при галлюцинировании у взрослых, — мы все же некоторые из таких доказательств имеем; согласно моим данным, галлюцинирования при наличии потребностей нет. Повидимому, это положение метафорично, оно подчеркивает направленность мысли к конкретному, специальному, образному и относит к детству то, что у взрослых встречается в сновидениях, трудных условиях (миражи в пустыне) и состояниях психоза. Эта направленность более примитивного мышления на конкретное находит некоторое подтверждение в экспериментальных исследованиях, например, Голдштейна и Ширера [15], посвященных различию конкретного и абстрактного, и в исследованиях Хайдбредер, Бенсли и Айви [18], Грента [16], показавших вообще большую легкость в оперировании конкретными понятиями по сравнению с абстрактными.

Понятия энергии в психологии Фрейда являются, в лучшем случае, трудными и ставят ряд проблем [4,20]. Термин «катексис» в теории Фрейда используется для обозначения некоего разряда энергии, но аналогия с физической энергией здесь не очень правомерна; смысл этого термина скорее в том, что он выражает интерес, или внимание, или валентность, по Левину. В любом случае мысль, имеющая более высокий энергетический разряд, доходит до сознания (то есть может быть принята во внимание) при конкурировании с мыслью, имеющей меньший энергетический разряд, и может быть вытеснена из сознания противокатексисом. Понятие «мобильный катексис», используемое при рассмотрении

первичных процессов, отражает то, что, согласно Холту и Хоуэлу [22], «мысль и ее катексис легко отделяются друг от друга», — побуждение, которое могло быть энергетической причиной одной мысли, столь же успешно может быть и причиной другой мысли. Исходя из этого, в сновидениях одна идея легко заменяется другой. Мысль и ее катексис более тесно связаны при функционировании вторичного процесса: когда какая-либо идея отыскивается в памяти или что-то наталкивается на порог из-за состояния его катексиса, это нечто приобретает устойчивую, надежную форму.

Другая энергетическая проблема первичных и вторичных процессов — это количество энергии: большее количество энергии, входящей в первичный процесс, и меньшее количество энергии, входящей во вторичный процесс. Это положение вызывает некоторое недоумение, так как физический выход первичного процесса осуществляется преимущественно тогда, когда индивид неподвижен во время сна и неспособен затрачивать много энергии; вторичный же процесс позволяет осуществлять материальный энергетический контроль над окружающим. Необходимо напомнить, что мы говорим о психической, а не о физической энергии. Действительно, здесь проблема надлежащим образом еще не решена: в первичном процессе количество затрачиваемой энергии больше, так как это процесс мобильный и разряд энергии происходит сразу. Это то, что сообщает проявлениям первичного процесса их устойчивую характеристику; эти проявления, так сказать, «берут верх». Общее количество энергии, расходуемое во вторичном процессе, может быть таким же, но ее регулирование осуществляется малыми дозами так же, как маленький термостат может контролировать большую тепловую установку. Следовательно, вторичный процесс организован более тонко и может быть введен в действие таким способом, который (обычно) недоступен для первичного процесса.

Для того чтобы извлечь эти идеи из их метафорического контекста и приблизить их к общей психологии, мы можем рассмотреть их сходство с некоторыми известными идеями.

1. Свободные ассоциации имеют больше сходства с первичным процессом, чем контролируемые ассоциации,

которые требуют более прочного катексиса, то есть соответствующих ответов, например, когда мы требуем ассоциирования по принципу «целое — часть», «большое— малое» или когда предъявляем один член пары и требуем воспроизвести другой. При свободном ассоциировании, пока дается ответ, что-то происходит. При таких обстоятельствах, возможно, неосознанные факторы определяют пропуск промежуточных звеньев между стимулом и реакцией.

2. Некоторые, устойчивые идеи (например, в состоянии одержимости) имеют сходство с побуждением, как если бы мы были беспомощными перед ними; кажется, что они существуют вовне и являются нам, а не создаются нами. Так, в своих сновидениях мы не чувствуем себя режиссерами. Это то, что подразумевается под непосредственным и сильным разрядом первичного процесса.

3. Мы иногда разделяем аффективные и информационные последствия наказания. Слишком большой аффект может вызывать то, что Торндайк определил как иррелевантную эмоцию; согласно закону Иеркса — Додсона, слишком много наказаний вредит обучению. Следовательно, значительное участие аффекта тормозит познавательную активность, направленную на действительность; если же аффект включается небольшими дозами, это может принести пользу организму при обучении способам действия в окружающем. Здесь ключ к представлению Фрейда о том, что вторичный процесс оперирует малыми количествами энергии. Такое понимание имеет также отношение к современной теории информации, которая проводит разграничение между механизмами контроля и контролируемыми энергетическими операциями. Рапорт отметил эту возможную параллель [33, стр. 91].

4. Противопоставление первичного и вторичного процессов до некоторой степени смягчается введением понятия регрессии. Регрессию можно избежать, и она лишится полной, безусловной характеристики, которая обычно приписывается первичному процессу. То есть мы можем перейти к «ребячеству», а затем измениться и снова стать взрослыми; от этого акта временной регрессии мы не становимся шизофрениками. Первоначальная дискуссия относительно регрессии на службе Я

[25] была очень фрагментарной; наилучшее рассмотрение этой проблемы сделано Шефером [37]. В оценке, сделанной Шефером, имеется, однако, любопытная особенность. Он предлагает шесть условий, облегчающих регрессию. Все эти условия предполагают хорошее психическое здоровье или силу Я, и когда автор рассматривает эти условия, он замечает, что они не подходят для талантливых художников, актеров-комиков и ученых (которые, как предполагают, используют регрессию на службе Я очень хорошо). Автор решает эту проблему, показывая, что такая регрессия может служить различным целям индивида. Вероятно, затруднения состоят не в оценке понятия регрессии, а заключены в нем самом; в понятии содержится, больше того, представления, что регрессия ведет к появлению мыслей, обусловленных первичным процессом. Можно допустить несколько таких возможностей: а) способность к приобретению опыта регрессии, например к богатству воображения; б) терпимость к регрессии, например отсутствие беспокойства, когда мыслям и воображению придается свободное направление; в) умение использовать опыт регрессии, например способность обращать фантазию в соответствующий артистический или другой творческий продукт, в том числе юмор. Эти и другие возможности могут означать, что способность, называемая регрессией, имеет несколько измерений. Шехтель [36, стр. 244—248] выдвигает возражение против того, что данная способность является регрессивной вообще; некоторая легкость восприятия новых мыслей не является регрессивной, а будучи правильно интерпретирована, как полагает автор, она выступает как прогрессивная. Когда устраниются все внешние, несущественные стороны теории первичных и вторичных процессов, в делении на эти большие классы остается нечто правдоподобное и известное.

Некоторые проблемы

Можно считать доказанным, что в качестве исходных понятий понятия первичного и вторичного процессов являются полезными, и рассматривать вопрос о том, как, исходя из них, мы можем идти дальше, за пределы фрейдистской метапсихологии. Согласно Д. Рапа-

порту, основная классификация — деление между мотивационно- и понятийно-организованной памятью — основывается на том, как они входят в наши мыслительные процессы. Если нашим мышлением управляет первичный процесс, способ распространения мыслей, те мысли, к которым мы проявляем внимание, приводят нас к осознанию импульсов и побуждений, вызывающих эти мысли; таким образом, наша память организована на мотивационной основе.

Если мы принимаем различие между первичным и вторичным процессами, или различие между мотивационно- и понятийно-организованным мышлением, в этом случае мы должны решить, как использовать это различие, имея в виду то, что, когда люди мыслят, они осуществляют множество действий. Имеется два главных способа использования двойной схемы этого рода: один из них — использование единой схемы, второй — использование смешанной схемы.

Единая схема отталкивается от понятия развития и предполагает, что первичный процесс является простым и ранним, вторичный — более зрелым и поздним. Можно провести линию с первичным процессом на одном ее конце и вторичным — на другом и какое-либо мыслительное действие поместить на этой линии. Мыслительные действия, представленные в середине этой линии, если угодно, являются слиянием некоторых сторон первичного и вторичного процессов. Я думаю, что в качестве примера можно было бы взять выставку современного искусства и разместить картины в таком континууме, один конец которого соответствовал бы импульсивным произведениям, а другой представлял бы собой фотографическое изображение реальности; в этом случае в середине континуума были бы стилизованные или искажающие действительность картины, в которых импульсивность сочетается с реальностью. Такая шкала была бы аналогией шкалы с первичными и вторичными процессами. Этой схемы придерживается Рапапорт [30a, 30b], Хартман [17], Крис [25], Холт и Хоузл [22].

Схема смешения допускает, что первичный и вторичный процессы до некоторой степени различны, но один из них вторгается в другой; их противоречия во многих случаях примиряются, но при этом имеются достаточно характерные колебания между ними, необходимые для

того, чтобы их особенные черты остались незатронутыми. Когда человек становится старше, большая часть его мыслей приобретает тенденцию становиться процессами вторичными, «о он возвращается к первичным процессам во время сновидений и фантазирования.

Эти два пути схематизации отношений между первичными и вторичными процессами могут быть различными только в том случае, если ясны системы понятий, из-за которых часто трудно бывает говорить о различиях между слиянием «смешением, когда оба процесса смешиваются, но каждый продолжает существовать самостоятельно.

Эти понятия слишком абстрактны, для того чтобы оперировать ими без нескольких наглядных примеров. Рассмотрим некоторые примеры из области мышления.

1. Шизофреник говорит своему врачу: «Мне 75 лет». Врач ему отвечает: «У вас ощущение, что вы страдаете в три раза длительнее, чем ваш возраст — 25 лет». Если такое толкование правильно, пациент в этом случаеискажает действительность, приписывая себе ошибочный возраст как способ выражения аффекта. Но, умножая 25 на 3, он делает это правильно. Интерпретация с точки зрения первичного процесса состоит в том, что мысли, которыми он оперирует, возникают из его памяти импульсивным путем. Он не помнит своего возраста, значащегося в его свидетельстве о рождении, он помнит лишь то нереальное время, в течение которого он страдал. Тот факт, что он может правильно оперировать данными представлениями, не отрицает их происхождения из первичного процесса.

2. Пациентам, находящимся под гипнозом, говорят о том, что они слышат очень веселую шутку. Гипнотизер говорит им: «Кит — самый большой из живущих на свете млекопитающих». Пациенты надрываются от смеха. Их пробуждают и спрашивают, почему им было так весело. Один из испытуемых ответил: «На самом деле это не было смешно. У меня просто был приступ смеха». Другой испытуемый ответил: «Если бы вы видели того забавного кита, которого я представил, с длинной мордой, с коротенькими ногами». В первом случае импульсивное и познавательное не слилось, во втором — слилось.

3. Пациенту, находящемуся под гипнозом, показывают маленькую металлическую коробку с отверстием на левой ее стороне, в которое проходит свет, но говорят о том, что такие отверстия есть и справа, и слева. Испытуемый видит оба отверстия. Когда его спрашивают, на самом ли деле имеется два отверстия, он отвечает утвердительно. Затем ему сообщают, что на самом деле лишь одно отверстие, и просят указать то, какого нет. Он отвечает: «То, что направо; оно не дает отражения на металлической поверхности». Если галлюцинация о двух отверстиях отражает первичный процесс, то успешное решение — это вторичный процесс. Оба процесса, существуя одновременно, остаются раздельными. Галлюцинация не исчезает от того, что есть знание о ней, как не соответствующей действительности.

4. Испытуемый сам вызвался на опыт с гипнозом, в котором вначале использовался прием постепенного закрывания глаз, поднял руки перед грудью, застонал и начал всхлипывать. Когда его разбудили, он не смог дать объяснение, какая мысль была связана с этим аффектом. В дальнейшем, уже будучи не под гипнозом, испытуемый, вспоминая детство, рассказал, как он съеживался на стуле от страха, когда мать его била. В этом рассказе он воспроизвел постановку рук перед грудью, плотно закрытые глаза, стон и всхлипывание. Поведение этого испытуемого в состоянии гипноза может рассматриваться как возбуждение в памяти старых следов (в данном случае невербальных) на основе некоторого сходства между гипнотической индукцией и более ранним преклонением перед властью матери. Такого рода память является мотивационной, а не понятийно-организованной; она, однако, не включает в себя галлюцинации.

5. У испытуемой, которая только что была подвергнута гипнозу без заметного успеха, после прекращения эксперимента внезапно наступила спонтанная регрессия: ей показалось, что ее тело уменьшается и она становится маленькой девочкой. До некоторой степени испуганная этим искаженным образом ее тела, она осмотрелась вокруг, для того чтобы установить, не изменился ли мир вокруг нее, и «вернулась к своей прежней величине». Этот эксперимент она могла повторить снова. На

некоторое время образ ее тела, возвращенного в прежнее состояние, сосуществовал с реальным миром; важно, что в этом состоянии регрессии не все вещи возвращались к прежнему виду.

Я привел пять примеров для того, чтобы показать, с какими проблемами мы сталкиваемся при определении первичных и вторичных процессов мышления, и для того, чтобы решить, следует ли говорить об их слиянии, или о смешении, или о том и другом.

Возможно, в самих этих иллюстрациях уже содержатся экспериментальные проблемы. Мне хотелось бы думать, что более тщательное исследование созданного фантазией, исследование эйдетических образов и галлюцинаций внесет существенный вклад в психологию мышления при условии, что эти исследования будут руководствоваться определенной теорией. Экспериментирование с гипнозом, откуда взято большинство примеров, обеспечивает удобный способ проникновения в эту область, но удобны и другие способы. Холл с сотрудниками изучил, например, проявления первичного процесса в реакциях Роршаха [13; 14, 22].

На симпозиуме уместно выдвинуть вопросы для обсуждения, даже если ответы на них получить затруднительно. Позвольте привести некоторые из этих опорных вопросов:

1. Можно ли дать определение первичных и вторичных процессов в мышлении, чтобы оно было более четким, чем существующие? Например, определить, когда галлюцинации являются существенной составляющей первичного процесса мышления?

2. Приводя какие-либо примеры из области мышления, которые мы хотим классифицировать в терминах первичных и вторичных процессов, поступаем ли мы наилучшим образом, описывая аспекты мышления как функционирование первичного и вторичного процессов и располагая их в виде континуума, или лучше описывать смешение и непостоянство этих двух процессов? Или же нужна более сложная модель, которая включает в себя и слияние, и смешение этих процессов?

3. Какие эксперименты должны быть поставлены для того, чтобы определить различие этих процессов и привести их в соответствие с другими способами поня-

тийного мышления и решения задач? Эксперименты Фишера [5], например, содержат предположение о том, что менее четко воспринятый материал (по-видимому, подсознательно) имеет тенденцию выявляться в виде мотивационно-организованной памяти, в то время как более четко воспринятый материал имеет тенденцию выступать в понятийно-организованной памяти. Это, конечно, лишь первая гипотеза, которую можно проверить, если наши критерии двух типов организации памяти и мышления сформулированы достаточно четко.

Выводы

1. Психология Фрейда — во многих отношениях психология познавательная, поскольку речь идет о галлюцинациях, сновидениях, памяти, символах и нарушениях мыслительного процесса. Это одновременно психология познания и психология (Мотивации).

2. Различие между первичным и вторичным процессами является центральным в психоаналитической теории. Природа этих процессов, так, как она описана Фрейдом и истолкована Рапапортом, лучше всего обобщена в положении о том, что имеется мотивационно- и понятийно-организованная память, которая входит в оба вида мышления.

3. Исследованы некоторые из проблем теории Фрейда, а правдоподобие этой теории рассматривается в свете других подходов к тем же самым явлениям. Теория правдоподобна, но очень многие ее основы не ясны.

4. Приводятся несколько примеров, иллюстрирующих виды мыслительных ситуаций, которые ставят вопрос, следует ли рассматривать каждый отдельный пример с точки зрения слияния или смешения этих процессов. Ответ на этот вопрос неясен, а конкретная модель может включать и слияние, и смешение, если между данными процессами сохраняется различие. Имеются возможные эмпирические подходы к этой проблеме в виде постановки тестов, заостряющих эти различия, гипотез и экспериментального изучения восприятия и сновидений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amsele A., Roussel J., Motivational properties of frustration: I. Effect on a running response of the addition of frustration to the motivational complex, «J. exp Psychol.», 1952, 43, 363—368.
2. As A., O'Hara J.W., Munger M.P., The measurement of subjective experiences presumably related to hypnotic susceptibility, «Scand. J. Psychol.», 1962, 3, 47—64.
3. Burstein A.Q., Primary process in children as a function of age, «J. abnorm. soc. Psychol.», 1959, 59, 284—286.
4. Colby K.M., Energy and structure in psychoanalysis, New York, Ronald, 1955.
5. Fisher C., Subliminal and supraliminal influences on dreams, «Amer. J. Psychial.», 1960, 116, 1009—1017.
6. French T.M., The integration of behavior, vol. 2: The integrative process in dreams, Chicago, Univer. Chicago Press, 1954.
7. Freud S., The interpretation of dreams (orig. publ. 1900). In J. Strachey (ed.), The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud. Vols. 4 and 5, London, Hogarth, 1953, 24 vols.
8. Freud S., The origins of psychoanalysis: Letters to Wilhelm Fliess, drafts and notes, 1887—1902, New York, Basic Books, 1954.
9. Freud S., Beyond the pleasure principle (orig. publ. 1920). In J. Strachey (ed.), The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud vol. 18, London, Hogarth, 1955, p. 3—64, 24 vols.
10. Freud S., A metapsychological supplement of the theory of dreams (orig. publ. 1917). In J. Strachey (ed.), The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, vol. 14, London, Hogarth, 1957, p. 219—235, 24 vols.
11. Freud S., Formulations on the two principles of mental functioning (orig. publ. 1911). In J. Strachey (ed.), The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, London, Hogarth, 1958, p. 213—226, 26 vols.
12. Freud S., The ego and the id (orig. publ. 1923). In J. Strachey (ed.), The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, vol. 19, London, Hogarth, 1961, p. 3—66, 24 vols.
13. Goldberger L., Individual differences in the effects of perceptual isolation as related to Rorschach manifestations of the primary process. Unpublished doctoral dissertation, New York University, 1958.
14. Goldberger L., Holt R.R., Experimental interference with reality contact (perceptual isolation): Method and group results, «J. nerv. ment. Dis.», 1958, 127, 99—112.
15. Goldstein K., Scheerer M., Abstract and concrete behavior: An experimental study with special tests, «Psychol. Monogr., 1941, 53 (2, Whole N 239).
16. Grant D. A., Perceptual vs. analytical responses to the number concept of a Weigltype card sorting test, «J. exp. Psychol.», 1951, 41, 23—29.

17. Hartmann H., Comments on the psychoanalytic theory of the ego, «Psychoanal. Stud. Child», 1950, 5, 74—96.
18. Heider E., Benley M., Ivy M., The attainment of concepts: IV. Regularities and levels, «J. Psychol.», 1948, 25, 299—329.
19. Hilgard E. R., Theories of learning, 2nd ed., New York, Appleton-Century-Crofts, 1956.
20. Hilgard E. R., The scientific status of psychoanalysis. In «Proceedings of the 1960 International Congress in Logic, Methodology and Philosophy of Science», Stanford, Stanford Univer. Press, 1962, p. 375—390.
21. Holt R. R., Gauging primary and secondary processes in Rorschach responses, «J. proj. Tech.», 1956, 20, 14—25.
22. Holt R. R., Havele Joan, A method for assessing primary and secondary process in the Rorschach. In Maria A. Rickers-Ovsiankina (ed.), Rorschach psychology, New York, Wiley, 1960, p. 263—315.
23. Jones E., The life and work of Sigmund Freud, vol. 2, New York, Basic Books, 1955.
24. Kris E., On preconscious mental processes, «Psychoanal. Quart.», 1950, 19, 540—560.
25. Kris E., Psychoanalytic explorations in art, New York, International Univer. Press, 1952.
26. Marx M. H., Some relations between frustration and drive. In M. R. Jones (ed.), Nebraska symposium on motivation: 1956, Lincoln, Univer. Nebraska Press, 1956, p. 92—130.
27. Piaget J., The growth of logical thinking in the child, New York, Basic Books, 1955.
28. Pribram K., The neuropsychology of Sigmund Freud. In A. J. Bachrach (ed.), Experimental foundations of clinical psychology, New York, Basic Books, 1962, p. 442—468.
29. Rapaport D., On the psychoanalytic theory of thinking, «Int. J. Psychoanal.», 1950, 31, -161—170.
- 30a. Rapaport D., The conceptual model of psychoanalysis, «J. Pers.», 1951, 20, 56—81.
- 31b. Rapaport D. (ed.), Organization and pathology of thought, New York, Columbia Univer. Press, 1951.
32. Rapaport D., Cognitive structures. In «Contemporary approaches to cognition: A symposium held at the University of Colorado», Cambridge, Harvard Univer. Press, 1957.
33. Rapaport D., The structure of psychoanalytic theory. In S. Koch (ed.), Psychology: A study of a science, vol. 3: Formulations of the person and the social context, New York, McGraw-Hill, 1959, p. 55—183. .
34. Rapaport D., Motivation of thinking. In M. R. Jones (ed.), Nebraska symposium on motivation: 1960, Lincoln, Univer. Nebraska Press, 1960.
35. Rapaport D., Gill M.M., The points of view and assumptions of metapsychology, «Int. J. Psychoanal.», 1959, 40, 153—162.

36. Schachtel E.Q., *Metamorphosis*, New York, Basic Books, 1959.
37. Schafer R., Regression in the service of the ego: The relevance of a psychoanalytic concept for personality assessment. In G. Linzey (ed.), *Assessment of human motives*, New York, Rinehart, 1958, p. 119—148.
38. Werner H., *Comparative psychology of mental development* (rev. ed.), New York, International Univer. Press, 1948.
39. White R.W., Motivation reconsidered: The concept of competence, «*Psychol. Rev.*», 1959, 66, 297—333.
40. Wolff P.H., The developmental psychologies of Jean Piaget and psychoanalysis, «*Psychol. Issues*», 1960, 2 (I, Monogr. No. 5).

Возможности факторного анализа интеллекта
и имитация мышления
с помощью электронных вычислительных
устройств

Дж. Гилфорд

Три стороны интеллекта¹

Предмет моей лекции — область человеческого интеллекта, в которой имена Тэрмена и Стэнфорда стали уже всемирно известными. Переизданная Стэнфордом шкала интеллекта Бине — образец, с которым сравниваются все другие способы измерения интеллекта.

Моя цель состоит в том, чтобы рассказать об анализе объекта, называемого человеческим интеллектом, вместе с его составляющими. Я не думаю, что Бине или Тэрмен, если бы они были сейчас с нами, возражали против мысли исследовать и детализировать изучение интеллекта, стремясь лучше понять его природу. Перед тем как разработать шкалу интеллекта, Бине проделал много исследований по различным видам мыслительной активности и, очевидно, понял, что интеллект имеет множество сторон. Вкладом Бине и Тэрмена в науку, который выдержал проверку временем, является введение в шкалу оценки интеллекта большого разнообразия задач.

Два события уже наших дней настоятельно требуют, чтобы мы изучили все, что возможно, о природе интеллекта. Я имею в виду появление искусственных спутников и планетных станций, а также отчасти возникший как следствие этого кризис образования. Сохранение нашего образа жизни и нашей будущей безопас-

¹ J.P. Guilford, Three faces of intellect, «The American Psychologist», 1959, 14, № 8. Лекция, прочитанная в Стенфордском университете 13 апреля 1959 г.

ности зависит от наиболее важных ресурсов нашей нации: от наших интеллектуальных и особенно от наших творческих способностей. Настало время, когда мы должны по возможности изучить все об этих ресурсах.

Наши знания о составляющих человеческого интеллекта появились главным образом за последние 25 лет. Основным источником этой информации в США были исследования Терстона с его последователями, работы психологов Воздушных сил США во время войны, исследования более позднего времени — Проект по изучению склонностей (*Aptitudes Project*) при Южнокалифорнийском университете, а в последние 10 лет — исследования познавательных и мыслительных способностей. Результаты, полученные при работе над Проектом по изучению склонностей, возможно, привлекли внимание к исследованию способностей творческого мышления. Это самые новые работы. Что касается меня, то я считаю наиболее значительным труд по развитию единой теории человеческого интеллекта. Эта теория объединяет известные специфические или основные интеллектуальные способности в единую систему, называемую «структурой интеллекта». Это та система, которой я посвящу большую часть своей лекции с очень краткими ссылками на то, какое значение имеют положения теории для психологии мышления и проблемы решения задач — для профессиональных тестов и образования.

Открытие составляющих интеллекта было осуществлено путем применения в экспериментальных исследованиях метода факторного анализа. Вам нет необходимости что-либо знать о теории или методе факторного анализа, для того чтобы проследить за процессом рассмотрения компонентов, входящих в структуру интеллекта. Мне хотелось бы отметить, однако, что факторный анализ не имеет ни сходства, ни связи с психоанализом. Для того чтобы позитивные утверждения были более понятными, я лишь отмечу, что каждый компонент интеллекта, или фактор, является способностью, единственной в своем роде, которая необходима для выполнения теста или задачи определенного типа. Общее правило, которое мы вывели, состоит в том, что некоторые лица, хорошо выполняющие одни тесты, могут неудачно действовать при решении тестов другого типа.

Мы пришли к заключению, что фактор характеризуется теми свойствами, которые в тестах того или иного типа являются общими. Я приведу примеры с тестами, которые представляют в совокупности фактор.

Структура интеллекта

Хотя между факторами существует и явное различие, обнаруживаемое в факторном анализе, в самые последние годы стало ясно, что и сами факторы могут быть подвергнуты классификации, так как в некоторых отношениях они похожи один на другой. Основание классификации должно соответствовать основному виду процесса или выполняемой операции. Такой вид классификации дает пять больших групп интеллектуальных способностей: факторы познания, памяти, конвергентного и дивергентного мышления и оценки.

Познание означает открытие, повторное открытие или узнавание. Память — сохранение того, что было известно. Два вида продуктивного мышления порождают новую информацию из уже известной и сохранившейся в памяти информации. При операциях дивергентного мышления мы мыслим в различных направлениях, иногда исследуя, иногда отыскивая различие. В процессе конвергентного мышления информация приводит нас к одномуциальному ответу или к узнаванию лучшего или обычного ответа. При оценке мы стремимся решить, каково качество, правильность, соответствие или адекватность того, что мы знаем, помним и создаем с помощью продуктивного мышления.

Второй способ классификации интеллектуальных факторов соответствует виду материала или включенного в него содержания. До сих пор известно три вида материала или содержания: содержание может быть представлено в виде изображений, символов или быть семантическим содержанием. Изображения являются таким конкретным материалом, который воспринимается с помощью органов чувств. В нем нет ничего, помимо него самого. Воспринимаемый материал имеет такие свойства, как величина, форма, цвет, место, плотность. То, что мы слышим или чувствуем, представляет собой примеры различных видов образного, конкретного ма-

териала. Символическое содержание состоит из букв, цифр и других условных знаков, обычно объединенных в общие системы, такие, как алфавит или числовые системы. Семантическое содержание выступает в форме значений слов или мыслей, оно не нуждается в примерах.

Когда к определенному содержанию применяется та или иная операция, получается не менее шести видов конечного мыслительного продукта. Достаточно доказательно можно утверждать, что, несмотря на комбинацию операций и содержаний, обнаружена связь тех же шести видов конечного мыслительного продукта. Эти виды следующие: элементы, классы, отношения, системы, преобразования, предвидения. Это лишь основные известные нам виды мыслительного продукта, выявленные факторным анализом. В качестве таковых они могут быть основными классами, которым соответствуют психологически все виды информации.

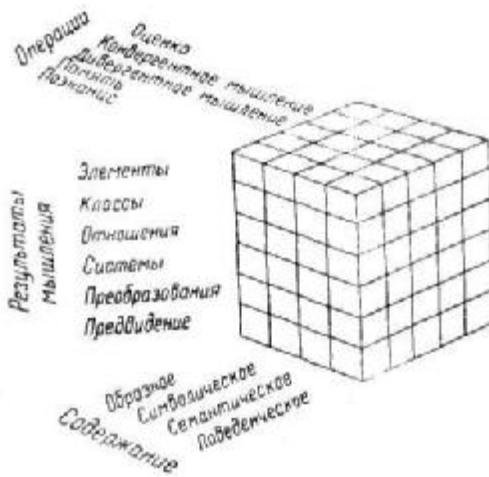


Рис. 1. Объемная модель структуры интеллекта.

Эти три вида классификации факторов интеллекта можно представить в виде модели куба, приведенного на рис. 1. На этой модели, которую мы называем «структурой интеллекта», каждое измерение представ-

ляет собой один из способов измерения факторов¹. В одном измерении расположены различные виды операций, в другом — разные виды конечного мыслительного продукта, в третьем — разные виды содержания. В измерении, относящемся к содержанию, добавлена четвертая категория, обозначенная как «поведенческая», что сделано исходя из чисто теоретических соображений — представить общую способность, иногда обозначаемую как «социальный интеллект». Подробнее об этой части модели мы скажем позже.

Для того чтобы обеспечить лучшее понимание модели и создать основу для ее признания как картины человеческого интеллекта, я подвергну ее систематическому рассмотрению, использовав несколько примеров соответствующих тестов. Каждая клетка этой модели обозначает вид способности, который может быть описан в терминах операции, содержания и продукта, и для каждой клетки в месте ее пересечения с другими имеется единственное сочетание видов операции, содержания и продукта. Тест для определения той или иной мыслительной способности должен давать те же самые три характеристики. При нашем рассмотрении модели мы возьмем сразу весь вертикальный ряд, начав с передней стороны. Передняя плоскость дает нам матрицу из 18 клеток (если мы исключим ряд, связанный со способностями понимания поведения, для которого пока не найдено факторов). Каждая из этих 18 клеток должна содержать познавательную способность.

Познавательные способности

В настоящее время нам известны специфические способности, в число которых входят по смыслу дела 15 из 18 клеток матрицы, относящейся к познавательным способностям. Каждый ряд представляет собой триаду из сходных способностей, имеющих общий тип мыслительного продукта. Факторы первого ряда относятся к познанию элементов. Хороший тест для определения данной способности — узнавание изображений единичных предметов — это тест на «заполнение гештальта».

¹ Более раннее изложение этой концепции см. у Гилфорда [2].

В этом тесте узнавание знакомых объектов, изображенных на картинке в виде силуэта, затруднено тем, что части объектов изображены нечетко. Известен другой фактор, в который входит восприятие звуковых образов — в форме мелодий, ритмов и звуков речи. Обнаружен, далее, еще один фактор, в который входит узнавание кинестетических форм. Наличие трех факторов в одной клетке (они предположительно являются различными способностями, хотя это еще не исследовано) подтверждает, что по крайней мере в колонке, относящейся к узнаванию изображений, мы можем надеяться на обнаружение более чем одной способности. Четвертая величина, имеющая отношение к измерениям сенсорных модальностей, может оказаться связанной с содержанием изображений. Модель структуры интеллекта может быть, таким образом, расширена, если факты потребуют ее расширения.

Способность узнавать символические элементы измеряется одним из следующих тестов¹.

На пустые места поставить гласные буквы, чтобы получились слова:

К—зб—к
з—л—в
ж—рн—л

Переставить буквы, чтобы получились слова:

толс
чаник
андатрак

Способность узнавать семантические элементы является хорошо известным фактором понимания слов, который лучше всего измеряется тестами на словарный запас, например таким:

Притяжение это...
Справедливость это...
Мужество это...

Из сравнения приведенных факторов видно, что узнавание знакомых слов как буквенных структур и знание

¹ Приводятся примеры русских слов. — Прим. ред.

того, что эти слова обозначают, зависит от совершенно различных способностей.

Для измерения способности, связанной со знанием классов единичных предметов, мы можем представить следующие виды вопросов, одних — с символическим, других — с семантическим содержанием.

Какие группы букв не принадлежат к следующим:

к е ц м п в а а л с ж н в т р о ?

Какой объект не принадлежит к следующим:

моллюск дерево печь роза?

Тесты, рассчитанные на оперирование образами, создаются совершенно сходным образом, в каждом предъявлении дается четыре изображения, три из которых имеют общее свойство, а в четвертом это свойство отсутствует.

Три способности, связанные с пониманием отношений, так же легко измерить с помощью тестов простого типа, различающихся содержанием. В этом случае применяется хорошо известный тест на аналогию, с двумя видами единиц — символическими и семантическими:

Символические единицы:

Jire, kire, Fora, kore, kora
Lire, Gora, Gire.

Семантические единицы:

поэзия, проза, танец, музыка, ходьба, пение, беседа, прыжок.

В настоящее время три фактора, связанные с знанием систем, не проявляют в тестах такого близкого сходства, как это было в только что приведенном примере. Тем не менее в основе этих факторов есть существенное логическое сходство. В качестве тестов на эту способность — узнавание систем в конкретном образном материале — используются обычные пространственные тесты, такие, как корректурные таблицы, изображения и карты Терстона и т.д. Рассматриваемая система — это порядок или расположение объектов в пространстве. Систему, в которой используются символические

элементы, можно проиллюстрировать тестом «Буквен-
ный треугольник».

элементы, можно проиллюстрировать тестом «Буквен-
ный треугольник».

Г —
б д —
а в е ?

Какая буква должна стоять на месте вопроситель-
ного знака?

Способность к пониманию семантических структур известна в качестве специального фактора как «способность к общему рассуждению». Одним из наиболее точных индикаторов этого фактора является тест, включающий ряд арифметических рассуждений. Для измерения этой способности важна только фаза понимания, это подчеркивается тем, что такой тест считается решенным, даже если экзаменующийся не достигает полного решения. Он должен только продемонстрировать, что понял структуру соответствующей задачи. Например, спрашивается только о том, какие арифметические опе-
рации нужно произвести для решения задачи:

Стоимость полотна асфальтовой шоссейной дороги шириной 6 м и длиной 150 м равна 900 руб. Какова стоимость 1 кв. м дороги?

- а) Прибавить и умножить,
- б) умножить и разделить,
- в) вычесть и разделить,
- г) сложить и вычесть,
- д) разделить и сложить.

Поместив фактор «общее рассуждение» в структуру интеллекта, мы получаем новое понимание его приро-
ды. Это должна быть разносторонняя способность схва-
тывания всех видов систем, способность выражать их в словесных понятиях, не ограниченная лишь пониманием задач типа арифметических.

Преобразования — это изменения различного типа, в которые входят модификации расположения, организа-
ции и смысла объектов. Для колонки, относящейся к преобразованию изображений, найден фактор, извест-
ный как способность вызывать зрительные образы. Тест на способность, которая связана с преобразованием смысла, направленный на определение фактора, поме-
щенного в колонке «семантическое», называется тестом

на установление подобия. Экзаменующиеся просят установить ряд признаков, по которым какие-либо два объекта, например яблоко и апельсин, имеют сходство. Только представив себе многозначность каждого из предметов, испытуемый способен дать ряд ответов на такое задание.

При определении способностей к предвидению мы обнаруживаем, что индивид выходит за пределы данной информации, но не до такой степени, чтобы это могло быть названо умозаключением. Мы можем сказать, что испытуемый экстраполирует. На основе данной информации он делает предположение или предвидит, например, некоторые выводы. Два фактора, находящиеся в этом ряду матрицы, сначала были обозначены как факторы предвидения. Предвидение применительно к образному материалу может быть исследовано с помощью тестов, требующих решения задач-головоломок типа «найти выход из данного лабиринта». Способность предвидеть события, соответствующие тем или иным явлениям, выявляется, например, с помощью теста, предлагающего задать все вопросы, необходимые для правильного решения задачи.

Чем больше вопросов задаст экзаменующийся экспериментатору, получив такое задание, тем, по-видимому, больше он способен предвидеть случайные обстоятельства.

Способности памяти

Область способностей памяти исследована меньше, чем другие сферы операций, и поэтому только для семи из возможных клеток матрицы известны факторы. Эти клетки имеются только в трех рядах: элементах, отношениях, системах. Память на серию букв или чисел, исследуемая в тестах на кратковременную память, соответствует понятию «память на символические единицы». Память на отдельные смысловые единицы мысли соответствует понятию «память на семантические единицы».

Образование ассоциаций между элементами, такими, как зрительные формы, слоги, осмыслиенные слова, которые связываются методом парных ассоциаций, предполагает, по-видимому, наличие трех способностей к запоминанию соответственно трем видам

содержания. Мы знаем две такие способности, на нашей модели они входят в символическую и семантическую колонки. Память на известные системы представлена двумя способностями, обнаруженными в самое последнее время [1]. Запоминание расположения объектов в пространстве составляет основную суть способности, помещенной в колонке, относящейся к изображениям, а запоминание последовательности явлений составляет суть способности, помещенной в семантической колонке. Различие между этими двумя способностями характеризуется тем, что какой-либо человек может сказать, где на странице он видел тот или иной текст, но после перелистывания нескольких страниц, в число которых входит и нужная, он уже не в состоянии ответить на тот же самый вопрос. Рассматривая пустые ряды в матрице памяти, мы надеемся, что способности к запоминанию классов, преобразований и предсказаний будут также найдены, как и способности к запоминанию элементов, отношений и систем.

Способности к дивергентному мышлению

Особенность конечного мыслительного продукта, получаемого с помощью дивергентного мышления, — это разнообразие возможных ответов. Конечный мыслительный продукт полностью не определяется данной информацией. Но нельзя сказать, что дивергентное мышление не входит в общий процесс достижения единого вывода, так как оно действует везде, где имеет место мышление методом проб и ошибок.

Хорошо известная способность на беглость подбора слов исследуется в тестах, в которых испытуемого просят привести ряд слов, удовлетворяющих определенному требованию, например начинающихся на букву «С», или слов, оканчивающихся на «а». Эта способность рассматривается обычно как легкость продуцирования символовических единиц с помощью дивергентного мышления. Подобная семантическая способность известна как бегłość мышления. Типичные тесты, в которых требуется перечислять объекты, распространены повсеместно.

Продуцирование идей с помощью дивергентного мышления рассматривается как единое свойство, при-

надлежащее к фактору, обозначенному понятием «гибкость мышления». Типичный тест предлагает испытуемому перечислить все возможные виды использования обычного кирпича, на что ему дается 8 мин. Если ответы испытуемого будут такими: строительство дома, амбара, гаража, школы, камина, аллеи, — это будет означать, что испытуемый обладает высоким баллом по беглости мышления, но низким баллом по спонтанной гибкости, так как все перечисленные им способы использования кирпича принадлежат к одному типу.

Если же отвечающий скажет, что с помощью кирпича можно: придержать дверь, сделать груз для бумаги, заколотить гвоздь, сделать красную пудру, то он получит, помимо высокого балла по беглости мышления, еще и высокий балл по непосредственной гибкости мышления. Этот испытуемый быстро переходит от одного класса к другому.

Изучение в настоящее время неизвестных, но предсказываемых моделью способностей к дивергентному мышлению включает применение таких тестов, которые позволили бы установить, имеются ли способности к образованию множественных классов изображений и символов. В тесте на образное дивергентное мышление предъявляется определенное число изображений, которые могут объединяться в группы по три различными способами, при этом каждое изображение можно использовать более чем в одной группе. В тесте на способность оперирования символами также предъявляется некоторое число объектов, которые можно классифицировать различными способами.

Единственная способность, в которую входит оперирование отношениями, называется беглостью ассоциаций. Здесь требуется понимание разнообразия объектов, относящихся определенным образом к данному объекту. Например, испытуемого просят перечислить слова со значением «хороший» или перечислить слова со значением, противоположным значению «твёрдый». Ответ, полученный в этих примерах, должен включать определенное отношение и семантическое содержание. Некоторые из имеющихся экспериментальных тестов, требующие установления разнообразия отношений как таковых, имеют также образное и символическое содержание. Например, дается четыре небольших числа. Справ-

шивается, каким образом их нужно соотнести друг с другом, чтобы в сумме получить восемь.

Один фактор, имеющий отношение к выработке систем, известен под названием «беглость выражения». Суть некоторых тестов, исследующих этот фактор,— быстрое образование фраз или предложений. Например, даются начальные буквы:

w — c — e — n

и испытуемый должен образовать различные предложения. Он может написать: «We can eat nuts» («Мы можем есть орехи») или «Whence came Eve Newton» («Где родился Ив Ньютон?»). При интерпретации этого фактора мы рассматриваем предложение как систему символов. По аналогии система изображений может обладать определенным типом построения линий и других элементов, а семантическая система будет выступать в виде более словесно сформулированных задач или в виде более сложного построения, например теории.

В той части матрицы дивергентного мышления, которая относится к преобразованию, мы находим несколько интересных факторов. Об одном из них, обозначенном как «легкость приспособливания», известно в настоящее время, что он принадлежит к колонке изображений. Одним из тестов для определения этой спо-

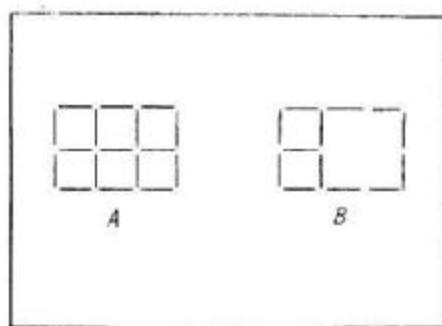


Рис. 2. Фрагмент из теста. Задача заключается в том, чтобы убрать 4 спички и оставить 3 квадрата. Решение дано.

собности является, например, решение задач на спичках. Этот тест основан на обычной игре, использующей квадраты, стороны которых ограничены спичками. Испытуемого просят убрать данное число спичек, оставив определенное число квадратов и ничего больше не откладывая. О величине оставленных квадратов не говорится ничего. Если испытуемый сам себе навязет ограничение, что величина оставленных им квадратов должна быть одинаковой, его попытки решить задачу, подобную той, которая изображена на рис. 2, окажутся неудачными.

Дополнительные виды решения вводятся в других задачах на спички, таких, как перекрещивающиеся квадраты, квадраты в квадратах и т. д. В некоторых вариациях задач испытуемого просят дать два или более решений для каждой задачи.

Фактор, который называется «оригинальностью», понимается сейчас как легкость приспособления к семантическому материалу, в котором нужно менять смысл таким образом, чтобы получились новые, необычные, умные или искусственные мысли. Тест на придумывание названий сюжету представляет собой короткую историю. Испытуемого просят составить перечень как можно большего числа названий, когда он услышит эту историю.

Оценивая итоги теста, мы делим ответы на две категории: умные и неумные. Умные ответы испытуемого учитываются количеством очков за оригинальность или продуктивность дивергентного мышления в области семантических преобразований.

Другой тест на оригинальность представляет собой совсем иную задачу, в которой подходящий ответ является для испытуемого необычным. В тесте на образование символов испытуемому предлагается создать простой символ для обозначения существительного или глагола в каждом коротком предложении — иными словами, он должен изобрести нечто вроде изобразительных символов. Еще в одном тесте на оригинальность испытуемого просят нарисовать линии для штамповки картона — задача, которая требует от испытуемого «быть умным». Таким образом, для измерения оригинальности предлагаются совершенно разнообразные тесты, включая два или три других, о которых я не упоминал.

Способности к созданию разнообразных предсказаний оцениваются тестами, требующими переработки информации. Соответствующий тест с изображениями предлагает испытуемому одну или две линии, к которым он должен добавить другие линии, чтобы получился объект. Чем больше линий добавляет испытуемый, тем больше очков он получает. В семантическом тесте испытуемому дается набросок плана; его просят найти все детали плана, которые кажутся ему необходимыми, чтобы сделать план рабочим. Мы пытаемся ввести в область символов новый тест, представляющий собой два простых равенства, таких, как $B-C = D$ и $Z = A+D$. Из полученной информации испытуемый должен составить как можно большее количество других равенств.

Способности к продуктивному конвергентному мышлению

Из 18 способностей, относящихся к продуктивному конвергентному мышлению и принадлежащих предположительно к трем колонкам содержания, 12 в настоящее время найдены. Для первого ряда, относящегося к элементам, обнаружена способность называния качества изображения (форма или цвет) и способность называть абстракции (классы, отношения и т. д.). Возможно, что ту способность, которая имеет общность со скоростью называния форм и скоростью называния цветов, нецелесообразно помещать в матрицу конвергентного мышления. Можно предполагать, что объект, создаваемый в тесте, который исследует продуктивное конвергентное мышление применительно к изобразительным единицам, будет выступать в форме изображения, а не слова. Лучшим тестом для определения такой способности мог бы быть следующий: испытуемый определяет, каков объект, по тому, что требуется для данного объекта.

Тест, исследующий продуктивное конвергентное мышление применительно к классам (группировка слов), представляет собой перечень из 12 слов, которые должны быть объединены в четыре и только в четыре смысловые группы таким образом, чтобы каждое слово фигурировало только в одной группе. Сходный тест — тест на понимание изображений — представляет собой 20 нарисованных реальных объектов, которые должны

быть объединены в смысловые группы из двух или более объектов.

Продуктивное конвергентное мышление, имеющее дело с отношениями, представлено тремя известными факторами, входящими в «выявление соотносительных понятий», как это определяет Спирмен. В данную информацию входит одна единица и определенное отношение, испытуемый должен найти другую единицу в паре. Аналогичные тесты, в которых требуется заключение, а не выбор между двумя альтернативными ответами, выявляют этот вид способности. Вот фрагмент из такого теста с символическим содержанием:

лом — мол; куб — бук; сон — ...?

Вот фрагмент из семантического теста, предназначенного для выявления соотносительных понятий:

Отсутствие звука есть — ...?

Между прочим, последний фрагмент взят из теста на завершение группы слов, и его связь со способностью давать соотносительные понятия показывает, как при изменении формы словарный тест может выявить совсем не ту способность, для выявления которой он обычно предназначается, а именно фактора понимания слов.

Известен только один фактор, относящийся к продуктивному конвергентному мышлению, оперирующему с системами, и он расположен в семантической колонке. Этот фактор измеряется группой тестов, которые можно определить как тесты на упорядочение объектов. Испытуемому предъявляется в беспорядке определенное количество явлений, которые имеют лучшую или худшую логическую последовательность. Это могут быть изображения, как, например, в тестах на классификацию картинок, или слова. Картишки можно взять из карикатур. Словесный тест на последовательность явлений может состоять из описания различных последовательных действий, которые нужно предпринять, чтобы посадить, например, новую клумбу. Несомненно, имеются виды систем, которые обладают не временной последовательностью, и они также могут быть использованы для определения способности, связанной с оперирова-

нием системами и относящейся к матрице, описывающей продуктивное конвергентное мышление.

В отношении получения преобразований специфического вида мы обнаружили три фактора, известных как способность создавать новые определения. В каждом случае в новое определение входит изменение функций или использование каких-либо сторон элемента и присвоение им новых функций или использование их в некоторых новых условиях. Для измерения способности, характеризующейся созданием новых определений применительно к изображениям, можно использовать рисунки Готтшальдта. На рис. 3 приводится фрагмент из такого теста. При узнавании простой фигуры, заключенной в более сложную, определенные линии должны принимать новое значение.

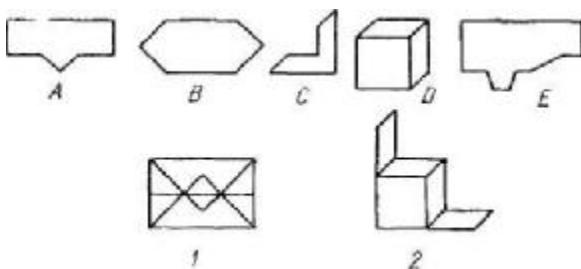


Рис. 3. Фрагмент из теста.

Следующий тест, основанный на символическом материале, показывает, какие группы букв в данных словах нужно переставить, чтобы их можно было использовать в других словах. В тесте на замаскированные слова каждое предложение содержит, например, название какого-либо вида спорта или игры.

Для определения фактора, связанного со способностью давать определения на семантическом материале, можно использовать тест на преобразование структуры.

Предвидение в области продуктивного конвергентного мышления означает формулирование совершенно определенных выводов из данной информации. Хорошо известный фактор — легкость оперирования с цифрами — принадлежит колонке символов. Для подобной способности в колонке изображений мы имеем извест-

ный тест на понимание форм, в котором используются строго определенные действия с изображениями. Для подобной способности в семантической колонке, по-видимому, подходит фактор, иногда называемый «дедукцией». В этом случае используются тесты такого типа:

Чарльз моложе Роберта.

Чарльз старше Френка,

Кто старше: Роберт или Френк?

Способности к оценке

Все категории операций в области способностей давать оценку исследованы очень мало. Фактически этой области посвящено лишь одно аналитическое и систематическое исследование. В оценочную матрицу попадают лишь 8 способностей к оценке. Но по крайней мере в пяти рядах имеется один или более факторов в каждом, а также три фактора из обычных колонок или категорий содержания. В каждом случае в оценку входят суждения относительно точности, качества, соответствия, применимости информации. В каждом ряду того или иного вида конечного мыслительного продукта имеется некий критерий, или образец, суждения.

При оценке элементов (первый ряд) нужно принять решение относительно идентичности единиц. Является ли данный элемент идентичным другому? Для колонки изображений мы находим фактор, известный в течение длительного времени как «скорость восприятия». В teste, измеряющем этот фактор, как правило, требуется принять решение об идентичности объектов. Я полагаю, мысль о том, что рассматриваемая способность есть узнавание зрительных форм, является всеобщим заблуждением. Мы уже видели, что этому более соответствует другой фактор, который должен находиться в самой первой клеточке матрицы познания. Он имеет сходство со способностью оценивать элементы, но в его характеристики не входит в качестве обязательного суждение об идентичности элементов.

Для символической колонки имеется способность давать суждения об идентичности символьических элементов, выступающих в виде серии букв, или цифр, или имен собственных.

Являются ли идентичными следующие пары?

825170493 — 825176493
dkeltvmpa — dkeltvmpa
С. П. Иванов — С. М. Иванов

Такие тесты обычно используются при определении пригодности к конторской работе.

Должна ли существовать сходная способность принимать решение относительно идентичности или различия двух идей или идентичности мысли, выраженной в данном и в другом предложении? Выражают ли две поговорки, по существу, одну и ту же мысль? Такие тесты существуют, и с их помощью можно проверить наличие данной способности.

Пока не обнаружена способность к оценке классов явлений. Те способности, которые проявляются в оценке отношений, должны соответствовать критерию логической последовательности. Тесты типа силлогистических, включающие буквенные символы, выявляют иную способность, нежели тесты того же самого типа, но включающие словесные формулировки. Можно надеяться, что тесты, включающие геометрические рассуждения и доказательства, демонстрируют сходную способность в колонке изображений, заключающуюся в умении чувствовать логичность выводов, которые касаются отношений между изображениями.

Оценка систем, по-видимому, имеет дело с внутренней последовательностью этих систем, поскольку мы

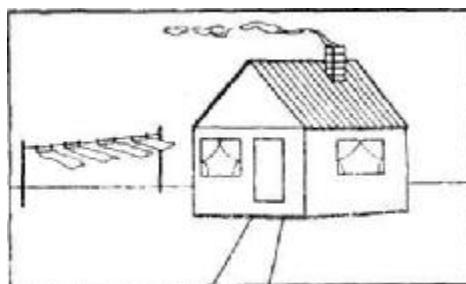


Рис. 4. Фрагмент из теста. Какие две ошибки на этой картинке?

знаем об одном из таких факторов. Фактор был назван «экспериментальной оценкой», а измеряющий его тест

приведен на рис. 4, где спрашивается: «Что на этой картинке ошибочно?» Такие ошибочные вещи часто внутренне противоречивы.

Семантическая способность к оценке преобразований была известна в течение некоторого времени как «суждение». В типичных тестах, имеющих дело с суждениями, испытуемого просят сказать, какое из пяти решений практической проблемы является наиболее адекватным. Часто решения включают импровизации, необычное использование знакомых объектов. По таким новым решениям должна производиться оценка этой способности.

Фактор, первоначально известный как «чувство задачи», стал рассматриваться как способность к оценке предсказаний. Один из тестов, посвященных этому фактору (тест на аппараты), требует, чтобы испытуемый представил два усовершенствования для каждого из обычных механизмов, таких, как телефон и т.п.¹.

Значение исследования структуры интеллекта

Для психологической теории. Хотя факторный анализ в его всеобщем употреблении и является лучшим способом исследования того, чем один индивид отличается от другого, — другими словами, он направлен на то, чтобы раскрыть наиболее характерные черты, он может раскрыть и общность индивидов. Следовательно, информация относительно факторов *n* их взаимоотношений дает нам понимание действующих индивидов. Можно сказать, что пять видов интеллектуальных способностей представляют собой в терминах операций пять способов действия. Виды интеллектуальных способностей, различающихся соответственно различиям в содержании тестов, и виды способностей, различающихся соответственно разнообразию конечных продуктов деятельности, подсказывают классификацию основных форм информации или знания. Структура интеллекта, предсказываемая таким путем, — это структура выполнения разных типов действий на основании различных видов

¹ Более детальное сообщение о факторах интеллекта, соответствующих тестах и месте данных факторов в структуре интеллекта см. у Гилфорда [3].

информации. Понятия, определяющие различия в интеллектуальных способностях, и их классификация, могут быть очень полезными в наших будущих исследованиях по проблемам обучения, памяти, решения задач, независимо от того, какие методы мы выберем для подхода к этим вопросам.

Для проведения профессионального отбора. Учитывая, что уже известно около 50 факторов интеллекта, мы можем сказать, что имеется 50 способов быть умным. Но, к сожалению, можно шутливо предположить, что имеется значительное больше способов быть глупым. Структура интеллекта является теоретической моделью, предсказывающей, что имеется 120 различных способностей, если каждая клетка этой модели содержит фактор. Мы уже знаем, что каждая клетка содержит два или более фактора и что, возможно, в действительности имеются и другие клетки такого типа. С тех пор как возникло первое представление о модели, было обнаружено двенадцать факторов, предсказанных данной моделью. Поэтому есть надежда заполнить и другие пустые места, и мы со временем можем обнаружить более чем 120 способностей.

Большое значение оценки интеллекта состоит в том, что для того, чтобы полностью знать интеллектуальные ресурсы индивида, нам нужно необычайно большое число оценочных категорий. Можно предполагать, что между многими факторами имеются интеркорреляции. Тогда появляется возможность путем использования подходящих выборок обнаружить ведущие способности, используя ограниченное количество тестов. Во всяком случае, подход к оценке интеллекта с множественными критериями находится в определенной связи с характером деятельности индивидов в будущих профессиях.

Рассматривая типы способностей, классифицируемых согласно содержанию, мы приближенно можем говорить о четырех типах интеллекта. Способности, включающие использование изобразительной информации, можно рассматривать как «конкретный» интеллект. Люди, которые по большей части рассчитывают на эти способности, имеют дело с конкретными вещами и их свойствами. Среди этих людей встречаются механики, операторы, инженеры (в некоторых аспектах их деятельности), художники, музыканты.

При способностях, связанных с символическим и семантическим содержанием, мы имеем два вида «абстрактного» интеллекта. Способности к оперированию символами важны при обучении узнаванию слов, произнесению и написанию звуков, оперированию числами. Лингвисты и математики очень зависят от таких способностей, за исключением некоторых аспектов математики, например геометрии, где существен и образный компонент. Семантический интеллект важен для понимания смысла явлений, описываемых с помощью словесных понятий, и, следовательно, важен во всех областях, где суть состоит в обучении фактам и мыслям.

В гипотетической колонке структуры интеллекта, связанной с поведением, которая может быть грубо охарактеризована как «социальный» интеллект, имеются некоторые очень интересные возможности. Понимание поведения других людей и самого себя имеет в значительной степени несловесный характер. В этой области теории предсказывается не менее 30 способностей, некоторые из них относятся к пониманию поведения, некоторые — к продуктивному мышлению в области поведения и некоторые — к его оценке. Теоретически предполагается также, что информация о поведении существует в виде шести типов конечного мыслительного продукта, а эти типы относятся и к другим сторонам интеллекта, в них входят элементы, отношения, системы и т. д. Способности в области социального интеллекта, если будет доказано их существование, играют большую роль для тех индивидов, которые имеют дело главным образом с людьми: для учителей, юристов, врачей, государственных деятелей и др.

Для образования. Значение факторного анализа, интеллекта для образования очень велико, но у меня, однако, есть время упомянуть лишь немногие области применения. Наиболее фундаментальное значение этой теории состоит в том, что мы можем свободно перенести ее на учащихся и процесс обучения. Согласно господствующему пониманию, учащийся — это механизм, построенный по принципу стимул — реакция и напоминающий автомат, который работает по заказу. Вы опускаете монету, и что-то появляется. Машина обучается тому, какую реакцию она должна выдавать, когда в

нее попадет определенная монета. Если вместо этого представления мы будем думать об учащемся как о человеке, имеющем дело с информацией, которая понимается очень широко, то учащийся будет скорее аналогичен электронной счетной машине. Мы даем счетной машине информацию, она хранит эту информацию и использует ее для выработки новой информации, прибегая к дивергентному или конвергентному способу мышления, и машина оценивает собственные результаты. В те преимущества, которые имеет обучающийся человек перед машиной, входит стадия самостоятельных поисков и открытий новой информации, а также стадия самостоятельного программирования. Этими стадиями, возможно, будут дополнены действия вычислительной машины, если это уже не сделано в ряде случаев.

Во всяком случае, такое понимание учащегося приводит нас к мысли, что процесс обучения есть процесс открытия информации, а не только образование ассоциаций, особенно ассоциаций в форме стимул — реакция. Я отдаю себе полный отчет в том, что мое предположение можно причислить к разряду еретических. Но если мы осуществим значительный прогресс в нашем понимании обучения человека и особенно в нашем понимании так называемых высших психических процессов — мышления, решения задач и творческого мышления,— в психологической теории возможны значительные изменения.

Та мысль, что проблемы образования — это проблемы тренировки ума или тренировки интеллекта, стала довольно непопулярной, где бы ни нашла применение эта психологическая догма. По крайней мере в теории делается акцент на обучении довольно специфическим навыкам и умениям. Если мы воспользуемся теми указаниями, которые содержатся в теории факторов интеллекта, то поймем, что проблема обучения, вероятно, имеет и специфические, и общие аспекты. Общие аспекты могут быть связаны с факторами интеллекта. Нельзя сказать, что статус индивида в каждом факторе полностью определяется обучением. Мы не знаем, до какой степени каждый фактор определяется наследственностью и до какой — обучением. Лучшая позиция обучающего — принять положение, что, по-видимому,

каждый фактор может быть развит у индивида по крайней мере до определенной степени.

Если образование имеет общую цель — развитие интеллекта учащихся, можно предположить, что каждый интеллектуальный фактор обеспечивает и частную цель, которая имеется в виду. Каждая способность определяется чем или иным сочетанием содержания, операций и конечного мыслительного продукта, а затем, чтобы достичь совершенствования способности, нужен определенный вид тренировки. Это предполагает выбор программы и выбор или создание таких методов обучения, которые бы наиболее соответствовали достижению желаемых результатов.

Рассматривая очень большое разнообразие способностей, обнаруженных при исследовании интеллекта с помощью факторного анализа, мы можем с большей точностью поставить вопрос о связи общих интеллектуальных умений с обучением. В наши дни часто подчеркивается, что уменьшилось среди студентов, заканчивающих университеты, число обладающих творческим мышлением. Насколько это верно по сравнению с другими временами, я не знаю. Возможно, этот недостаток стал заметен в связи со значительно возросшими в наше время требованиями к творчеству. Во всяком случае, на основе понимания того, что наиболее заметным образом творческие способности, по-видимому, концентрируются в категориях дивергентного мышления и в некоторой степени в категории преобразований, мы можем поставить вопрос о том, используются ли в настоящее время соответствующие возможности для развития этих способностей.

Теория структуры интеллекта в том виде, в котором я ее представил, может выдержать и не выдержать испытание временем. Даже если общий вид ее останется, возможны некоторые изменения. Вероятно, будут предложены и другие модели. Вместе с тем нам представляется твердо установленным, что имеется значительное разнообразие интеллектуальных способностей.

Есть много людей, стремящихся к простоте доброго старого времени, когда мы жили, не анализируя интеллект. Конечно, простота имеет свою прелесть. Но природа человека сложна. Быстрая смена событий в мире,

в котором мы живем, ставит нас перед необходимостью основательного знания человеческого интеллекта. Мирные устремления человечества, к счастью, зависят от нашего управления природой и нашим собственным поведением, а это в свою очередь зависит от понимания самих себя, в том числе и возможностей нашего интеллекта.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Chrystal R. E., Factor analiticstudy of visual memory, «Psychol. Monogr.», 1958, 72, № 13 (Whole № 466).
2. Guilford I.P., The structure of intellect, «Psychol. Bull.», 1956, 53, 267, 293.
3. Guilford I.P., Personality, New York, McGraw-Hill, 1959.

A. Ньюэлл и Г.А. Саймон

Имитация мышления человека
с помощью электронно-вычислительной
машины¹

**Теория решения задач,
представленная как программа вычислительной машины,
позволяет имитировать мыслительные процессы**

Путь научного исследования в любой области знания определяется двумя противоположными факторами. С одной стороны, сильное «побуждение» вызывается «хорошими проблемами» — вопросами, ответы на которые будут представлять существенный прогресс в теории или обеспечат основу для важных практических 'приложений'. С другой стороны, сильные «побуждения» исходят от «хороших методов» — средств наблюдения и анализа, которые оправдали себя как тонкие и надежные. Счастливыми периодами в науке являются периоды, когда оба эти «побуждения» не парализуют друг друга, но объединяются для того, чтобы направить исследование по плодотворным путям.

Когда это счастливое условие не соблюдается, науке угрожает раскол. Некоторые исследователи будут настаивать на работе в области значительных проблем при помощи методов, которые недостаточно эффективны и точны, другие — на разрешении проблем, с которыми легко справиться при помощи доступных методов, даже при условии, что эти проблемы могут быть незначительными.

Напряжение, возникающее в результате рассогласования целей и средств, редко полностью отсутствует во всякой науке; примеры можно подобрать в современной биологии, метеорологии или математике. Но в психологической науке это рассогласование стало вопиющим

¹ A. Newell, H.A. Simon, Computer Simulation of Human Thinking, «Science», Dec. 22, 1961, 134, № 3495, p. 2011—2017.

фактом. Это так, даже если мы сбросим со счета чрезвычайное значение практических проблем, которые возникают в области ее потенциальных приложений в клинике, в сфере обучения и во многих областях социальной деятельности. В теоретическом исследовании разобщенность прямо-таки бросается в глаза: мы можем достаточно определенно классифицировать большинство психологов-исследователей по их ориентации в этом вопросе. «Гештальтизм» — одно из обозначений, применяемых к психологии, ориентированной на проблемы; «бихевиоризм» — ярлык, наиболее часто привешиваемый психологии, ориентированной на методы. Не случайно, что изучение мышления человека и процессов решения задач, проблемы личности, речевой деятельности и социальных явлений привлекают больше психологов, особенно близко стоящих к «гештальтистскому» концу ряда, тогда как изучение поведения животных, физиологическая психология, механическая память и простые двигательные навыки являлись преимущественно областью бихевиористов.

Общепризнанно, что пограничные линии между двумя точками зрения стали менее ясными после второй мировой войны. Эту тенденцию можно объяснить разными причинами, но полное объяснение должно включать столкновение с новыми идеями, привнесенными из области кибернетики, и быстрым развитием наук о коммуникации. Сложные электронные устройства, использующие механизмы обратной связи для обеспечения адаптационного поведения, прояснили такие понятия, как «поиск цели» и «обучение», и показали как эти понятия могут быть сделаны операционными. Это прояснение подтолкнуло проблемно-ориентированных психологов давать более точные операционные значения понятиям, которые были смутными, и вдохновило методически-ориентированных психологов решать задачи, которые ранее казались слишком сложными для их средств.

Однако современные направления исследований в психологии пошли дальше простого заимствования новых терминов и новых метафор из других наук. Они включают использование вычислительных машин в качестве средства как при создании теорий, так и при испытании их. Об этом средстве и его возможностях известно уже достаточно, чтобы отметить, что многие «хо-

рошие проблемы» психологии сейчас доступны «хорошими методами».

Мы хотели бы обсудить здесь одно из значительных приложений вычислительных машин в области психологического исследования — их использование как устройств для имитации процессов человеческого мышления. Мы не будем пытаться дать обзор исследований, основанных на применении вычислительных машин в этой сфере, но представим вместо этого конкретный пример, полученный в нашей собственной работе.

ФАКТЫ ПОВЕДЕНИЯ

Начнем с выборки явлений, которые мы хотим объяснить. Мы помещаем испытуемого в лабораторию (студента колледжа, вечного испытуемого, привлекаемого в психологическом исследовании). Мы знакомим его с задачей, о которой говорим ему как о «регистрации» символовических выражений. Мы предъявляем следующее выражение:

$$P \cdot (\sim P \quad Q) \quad (1)$$

и просим его получить из этого выражения второе выражение:

$$(Q \quad P) \cdot R \quad (2)$$

путем приложения к первому выражению «последовательности правил преобразования, полученных из списка, который мы также кладем перед ним.

Читатели, знакомые с символической логикой, узнают выражения и правила, но испытуемые были незнакомы с формальной логикой. Испытуемые читают первое выражение, например, так: «(P) точка (тильда¹ п подкова Q)». Они не используют значения выражений в обычной интерпретации, но просто оперируют ими как организованным набором символов. Если читатель хочет проследить анализ в деталях, он должен принять эту точку зрения.

Мы просили испытуемого называть вслух каждое правило, которое он хочет применить, и выражение, ко-

¹ Знак в словаре при повторении слова или его части, знак над латинской буквой «п», обозначающий мягкость (например, в испанском языке). — Прим. перев.

торое явится результатом такого применения. Экспериментатор тогда записывал новое выражение на доске. Мы также просили испытуемого вслух рассуждать о том, что он делал: «о чём он думал». Мы записывали весь опыт на магнитофонную ленту.

Вот протокол работы испытуемого над задачей, поставленной выше (испытуемый № 9, проблема α 1):

Испытуемый: Сейчас я рассматриваю идею перестановки тех двух вещей.

Экспериментатор: Думаете о перестановке чего?

Испытуемый: Р-ов... тогда у меня будет подобная группа вначале, но, кажется, это будет... Я мог бы легко оставить что-нибудь вроде этого до конца, за исключением того, что тогда я...

Экспериментатор: Примените какое правило?

Испытуемый: Применю... например, второе правило. Это потребует изменения знака.

Экспериментатор: Попытайтесь, если можете, говорить вслух.

Испытуемый: Хорошо... тогда я попробую третье правило, и это не подходит. Но четвертое правило кажется интересным. Оно содержит три элемента, подобных этому... и есть точки, так что связь... кажется, сделать достаточно просто, но нет переключения порядка. Мне надо, чтобы P и Q изменились таким образом... Я получаю здесь «подкову». Это кажется нигде неприменимым. Теперь я ищу способ избавиться от этой подковы. А... вот оно, шестое правило. Так я применю шестое правило к второй части того, что мы здесь имели раньше.

Экспериментатор: Хотите сделать это?

Испытуемый: Да.

Экспериментатор: Хорошо, к первой строке вы применяете шестое правило. Вторая строка — $R \cdot (P \vee Q)$.

Испытуемый: А теперь я бы использовал первое правило.

Экспериментатор: Первое правило в какой части? Вы можете использовать его по отношению ко всему выражению или к правой части.

Испытуемый: Я бы использовал его в обоих случаях.

Экспериментатор: Мы будем выполнять по одной операции за раз... Что вы хотите сделать в первую очередь?

Испытуемый: Ну, сделать это с P и...

Экспериментатор: $R \cdot (Q \vee P)$. Теперь выражение в целом?

Испытуемый: Да.

Экспериментатор: В третьем ряду первое правило... вы имеете $(Q \vee P) \cdot R$.

Испытуемый: И... это оно и есть.

Экспериментатор: Это все правильно... это не было слишком трудно.

Итак, проблема исследования — создать теорию процессов, лежащих в основе поведения испытуемого, когда он работает над задачей, и испытать объяснение теории путем сравнения поведения, которое она предсказывает, и действительного поведения испытуемого. Как вычислительная машина может помочь нам решить эту проблему?

НЕЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА КАК ТЕОРИЯ

Электронная цифровая вычислительная машина представляет собой устройство для очень быстрого сложения, вычитания, умножения и деления. Но теперь известно, что она представляет собой нечто большее. Скорость в осуществлении арифметических операций достигается путем снабжения вычислительной машины программой, обычно хранимой в памяти вычислительной машины для управления последовательностью ее операций, но осуществляющей эту последовательность в зависимости от результатов предыдущих операций.

Инструкции, которые составляют программу вычислительной машины, как и данные, которыми она оперирует, являются символическими выражениями. Однако если данные обычно интерпретированы как цифры, то инструкции интерпретированы как последовательность слов, как предложения в повелительной форме.

Когда вычислительная машина интерпретирует выражение «прибавить A к B », она дает тот же результат, какой дал бы человек, если бы его попросили по-английски¹ «прибавить число, обозначенное буквой « A », к числу, обозначенному буквой « B ».

Мы видим, что вычислительная машина не просто устройство, оперирующее цифрами, она является и уст-

¹ Точнее для русского текста было бы: «русским языком»
Прим. перев.

ройством, оперирующим символами. Символы, которыми она оперирует, могут представлять числа, буквы, слова или даже нецифровые, несловесные образы. Вычислительная машина имеет поистине общие способности чтения символов или образов, представленных соответствующим входом устройства, хранения символа в памяти, сравнения символов для опознания их, обнаружения особых различий между их образами и возможности действовать тем способом, который обусловлен результатами этих процессов.

Теперь вернемся к нашему испытуемому в лаборатории. Его поведение, которое мы хотим объяснить, состоит из последовательности символьических выражений. Это положение не зависит от методики «мышления вслух», использованной в экспериментах. Оно было бы также справедливо и в том случае, если бы испытуемый давал ответы на задачу письменно или нажатием кнопок. Во всех случаях его поведение может быть интерпретировано как последовательность символов — в последнем приведенном случае — последовательность «Л» и «П», где «Л» используется для «левой кнопки», а «П» — для «правой кнопки».

Мы можем постулировать, что процессы, протекающие внутри испытуемого — в органах чувств, нервной ткани и мышечных движениях, управляемых нервными сигналами, также являются процессами оперирования символами, то есть образы, различным способом закодированные, могут быть уловлены, зафиксированы, переданы, сохранены, скопированы и т. д. с помощью механизмов этой системы. Мы не будем защищать этот постулат подробнее, его подлинная защита — в его возможности объяснить поведение. Мы не будем также пускаться в подробные спекуляции относительно точных нейрофизиологических механизмов и процессов, которые соответствуют таким терминам, как «передача символа», «хранение символа», «копирование» и т. п.

Вместо этого мы используем тактику, весьма успешную в других науках, допускающую объяснения на нескольких различных уровнях, без того чтобы отрицать, что механизмы, осуществляющие поведение, в общем сводимы к физиологическим механизмам и что те в свою очередь сводимы к химическим и физическим механизмам. Так же, как мы объясняем то, что происходит в

испытываемой трубке путем химических уравнений и потом объясняем химические уравнения с помощью механизмов квантовой физики, так мы попытаемся объяснить то, что происходит в процессе мышления и решения задачи с помощью организации процессов оперирования с символами, поставив задачу объяснения этих процессов в нейрофизиологических терминах.

Подход к построению теории сложного поведения изображен на рис. 1. Мы имеем дело с верхней полови-

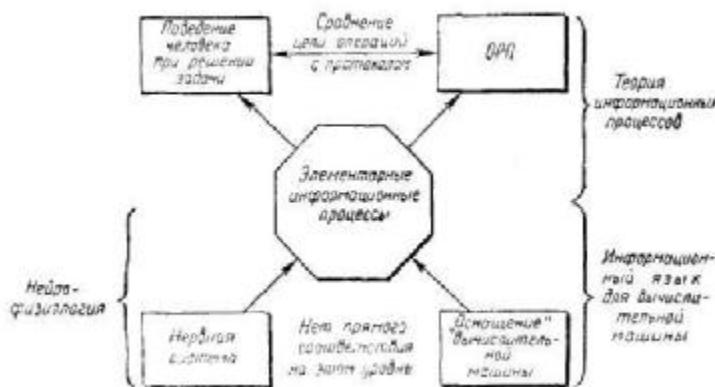


Рис. 1. Уровни информационных процессов в теории мышления человека.

ной схемы — со сведением высшего поведения к информационным процессам. Если это сведение может быть осуществлено, тогда вторая часть теории будет нуждаться в объяснении информационных процессов, на основе нейрологических механизмов. Мы надеемся, что прорыть туннель сквозь горы нашего незнания с двух сторон будет легче, чем пытаться преодолеть все расстояние только с одной стороны.

Используя рис. 1, мы начинаем постигать, как вычислительная машина может помочь той части операций по прокладке туннеля, с которой мы здесь имеем дело. Мы постулируем, что поведение испытуемого подчиняется программе, включающей группу элементарных информационных процессов. Мы кодируем группу под-

программ для цифровой вычислительной машины, каждая из которых осуществляет процесс, соответствующий одному из этих постулированных информационных процессов. Затем мы записываем программу, составленную из этих подпрограмм, которая заставит вычислительную машину действовать тем же способом, каким действует испытуемый: производить, по существу, тот же поток символов, — когда обоим дается одна и та же проблема. Если мы достигнем успеха в создании программы, которая имитирует поведение испытуемого достаточно точно в значительном ряду ситуаций решения задачи, тогда мы сможем рассматривать программу как теорию поведения. Как высоко мы оценим теорию, зависит, как и в случае всех теорий, от ее всеобщности и ее экономичности, от того, насколько широк род явлений, объясняемых ею, и от того, насколько экономично выражение ее.

Можно увидеть, что такой подход не предполагает, что «оснащение» вычислительных машин и мозга подобно, за исключением предположения, что и вычислительная машина и мозг — общечелевые устройства, оперирующие символами, и что вычислительная машина может быть запрограммирована для выполнения элементарных информационных процессов, которые функционально подобны тем, которые осуществляются мозгом. Когда мы начинаем теоретизировать относительно сведения информационных процессов к «оснащению», мозг и вычислительная машина (по крайней мере вычислительная машина, используемая для этого частного случая) участвуют в одной кампании (см. рис. 1). Первое требует физиологов, второе — инженеров-электриков и физиков.

С формальной точки зрения программа вычислительной машины, используемая как теория, имеет тот же эпистемологический статус, что и группа дифференциальных уравнений или различных уравнений, используемых как теория.

1. Если дана группа начальных и ограничивающих условий, дифференциальные уравнения предсказывают последовательные состояния системы в последовательные периоды времени.

2. Если дана группа начальных и последовательных внешних входов, вычислительная программа предска-

зывает последовательные состояния системы (выработку испытуемым символов и состояние его памяти) в последовательные периоды времени.

При таком использовании вычислительной машины мы создаем «уравнения» для нецифровых явлений оперирования с символами, без какого-либо перевода явлений в цифровую форму.

ОБЩИЙ РЕШАТЕЛЬ ПРОБЛЕМ

Наша попытка объяснить протокол решения задачи, приведенной выше, и другие, подобные ему, принимает форму программы вычислительной машины, которую мы называем Общий Решатель Проблем (ОРП).

Программа имеет средства представления внутри символьических структур (т. е. в своей памяти), соответствующих логическим выражениям, правил преобразования выражений и новые выражения, полученные путем применения правил.

Проблема, приведенная выше, внутренне представляется в форме выражений, которые означают «преобразовать 1 в 2». Мы называем символические структуры, соответствующие логическим выражениям, *объектами*; структуры, соответствующие проблемным задачам и аналогичным положениям,— *целями*. Программа достигает целей путем применения к объектам *операторов*¹, превращая таким образом эти цели в новые объекты.

Программа включает действия по применению операторов к объектам. Она включает также процессы сравнения пар объектов; эти процессы создают (внутренне) символы, которые обозначают отличия между сравниваемыми объектами.

Действия ОРП группируются вокруг трех типов целей и небольшого числа методов достижения целей этих типов (рис. 2).

1) *Преобразование целей*. Эти процессы имеют форму, которая уже была проиллюстрирована: преобразовать объект *a* в объект *b*.

Метод 1. Сравнить *a* с *b*, для того чтобы найти различие *d* между ними; если нет различий, проблема решена. Создать цель: уменьшение различия *d* между *a*

¹ Операторы — правила преобразования в математической логике.— *Прим. перев.*

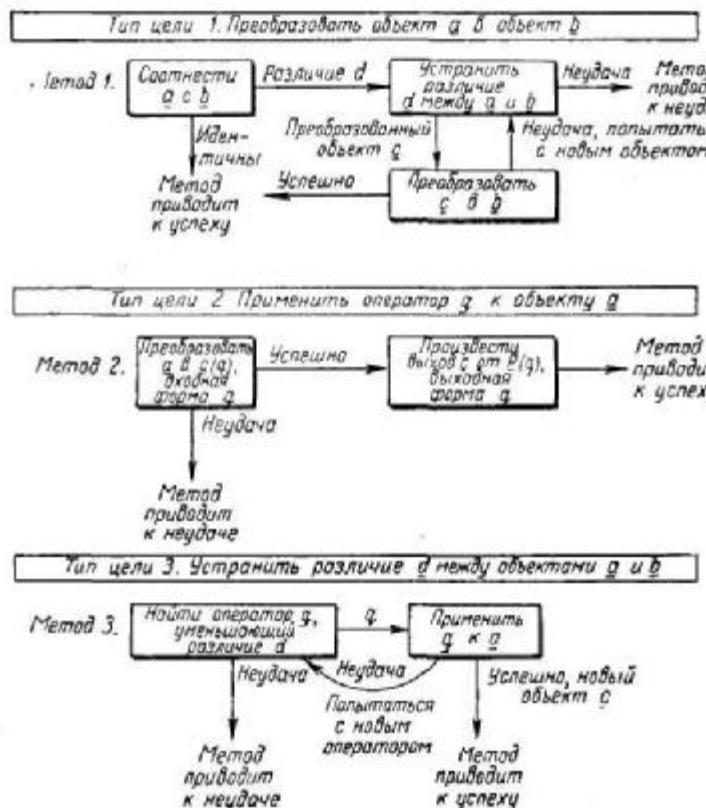


Рис. 2. Методы анализа соотношения средств и целей.

и b . Если действие успешно, результат будет преобразованием a в новый объект c . Теперь создать новую цель преобразованием c в b . Достижение этой цели и будет решением первоначальной проблемы.

Метод 1'. Есть другой метод, метод планирования для достижения целей преобразования. У нас нет места, чтобы описать его здесь в деталях. Кратко, он включает замещение объектов соответствующими абстрактными объектами, скажем a'' и b'' , затем перевод a'' в b'' путем других методов и использование полученной последовательности операций как плана для превращения.

2) *Цели применения операторов.* Эти операции имеют форму: применить оператор q к объекту a .

Метод 2. Определить, отвечает ли a условиям применения q ? Если да, применить q ; если нет, определить различие между a и объектом, к которому q применим. Если это действие успешно, будет создан новый объект a' , который является модификацией a . Теперь попытаться приложить q к a' .

3) *Цели уменьшения различий.* Как мы видели, они имеют форму: уменьшить различие d между объектами a и b .

Метод 3. Найти оператор q , соответствующий данному различию (значение соответствия — релевантности — будет позже объяснено). Создать цель применения q к a . Если операция успешна, то результат будет преобразованием a в новый объект c , который не будет сильно отличаться от b .

Таким образом, Общий Решатель Проблем представляет собой программу вычислительной машины, включающую общие процессы заключения относительно итогов (целей) и средств (операторов). Она является общей (general) в том смысле, что сама по себе программа не привязана к самой природе объектов, различий и операторов, с которыми она имеет дело. Следовательно, ее возможности в решении задач могут быть перенесены с одного типа задач на другой, если он содержит информацию относительно типов объектов, различий и операторов, которые характеризуют и описывают конкретные условия задачи, подлежащие решению. Таким образом, для решения логических задач программе надо предоставить средства (информацию) для составления логических выражений, тесты для различий, которые должны быть установлены между парами выражений и списком принятых операторов. Правила игры, в которой она участвует, должны быть описаны для нее.

В настоящее время Общий Решатель Проблем снабжен также «таблицей связей», которая представляет собой список операторов, потенциально полезных (релевантных) для уменьшения каждого из опознаваемых типов различий. Мы указывали в другом месте, как эта программа может использовать собственные действия по решению задачи для создания таблицы различий и

как она может даже вырабатывать соответствующую систему различий, если они не даются ей в условиях новой задачи [1].

ИСПЫТАНИЕ ТЕОРИИ

Вопрос о том, насколько адекватной является программа как теория информационных процессов при решении задачи человеком, может быть поставлен на нескольких специфических уровнях. На самом общем уровне мы можем задать вопрос, будет ли программа фактически решать задачи таким же образом, как и человек. Она определенно это делает. Следовательно, мы можем сказать, что ее программа включает систему механизмов, построенных на элементарных информационных процессах, позволяющих решать некоторые проблемы. Этот факт недвусмысленно указывает на то, что механизм может решать проблемы посредством функционального рассуждения.

Общие типы анализа отношения средств — целей, которые использует Общий Решатель Проблем, являются в то же время методами, отмечаемыми и в протоколах испытуемых. Мы изучили в деталях около 20 протоколов испытуемых, решавших логические проблемы [2]. Фактически все поведение, описанное в этих протоколах, протекает в рамках анализа средств — целей. Три типа целей, рассмотренных нами, составляют три четверти всех целей испытуемых, а дополнительные типы целей, которые появляются в протоколах, тесно связаны с теми, которые мы описали. Три метода, выделенных нами, представляют подавляющее большинство методов, примененных к данным проблемам испытуемыми. В дополнение к этому метод планирования, отмеченный выше, проявляется в протоколах в нескольких различных формах.

Протоколы поведения человека при решении проблем в различных сферах деятельности — игре в шахматы, решении загадок, написании программ вычислительной машины — содержат много последовательных действий, которые также подобны анализу средств — целей Общего Решателя Проблем. Мы можем привести, например, следующую выдержку из протокола размышления вслух шахматиста: «Опять я отмечаю, что одна из его фигур, ладья, не защищена и что долж-

ны быть способы извлечь преимущество из этого. Предположим теперь, если я передвину пешку вперед на поле слона 4, если слон отходит, я угрожаю ферзю, и я могу получить ладью. Если слон берет пешку, тогда я могу выиграть фигуру просто путем повторной угрозы ферзю, либо конь берет слона».

Мы не можем, конечно, на основе такого типа доказательств заключать, что ОРП дает адекватное объяснение всем типам поведения при решении задач. Наряду с содержащимися в нем механизмами могут быть включены и многие другие механизмы. Только когда программа имитирует полную последовательность поведения, например осуществляет тот же самый шахматный анализ, что и человек, у нас складывается убеждение, что мы постулировали группу процессов, которая достаточна для осуществления поведения в данном случае. Эти проверки очень обши и не принимают в расчет различий между программами различных испытуемых. Очевидно, что не все испытуемые решают задачи одним и тем же способом. Представленное доказательство, таким образом, наводит на мысль, что для программ большинства испытуемых характерны общие существенные черты ОРП, но в деталях есть вариации. Мы можем подвергнуть теорию дальнейшим испытаниям путем постановки вопроса о том, какие модификации ОРП позволят нам предсказать в деталях символическое поведение испытуемого в течение некоторого периода его деятельности по решению задач.

В табл. 1 сравниваем в параллельных колонках части протокола, представленного ранее, с результатом, получаемым при работе конкретного варианта установки ОРП, — при их работе над решением одной и той же проблемы. Правая половина таблицы — протокол испытуемого, левая половина — цепь операций программы. Язык испытуемого значительно меньше стилизован, чем язык вычислительной машины. В соответствии с теорией мы должны, например, интерпретировать предложения типа: «Я рассматриваю теперь идею перемещения этих двух вещей» как эквивалент выражения: «Создать цель уменьшения различий ограничением различий в позиции соответствующих элементов в объектах L_1 и L_2 ¹».

¹ L обозначает здесь и дальше, в табл. 1, строку.— Прим. перев.

Таблица 1

Сравнение операций вычислительной машины и протокола испытуемого.
(В операциях вычислительной машины правила даны в квадратных скобках. В протоколе выделены курсивом слова экспериментатора.)

Последовательность операций
вычислительной машины

L0($Q \vee P$)·*R*

L1R·($\sim P \supset Q$)

Цель 1. Преобразовать *L1* в
L0

Цель 2. Изменить позицию в *L1*

Цель 3. Применить *R1*
к *L1* [$A \cdot B \rightarrow B \cdot A$]
Производится *L2*
($\sim P \supset Q$)·*R*

Цель 4. Преобразовать *L2* в *L0*

Цель 5. Изменить позицию в
левой части *L2*

Цель 6. Применить *R2* в левой
части *L2* [$A \supset B \rightarrow \sim$
 $\sim B \supset \sim A$]

Цель 7. Преобразовать *L3* в *L0*

Цель 8. Изменить знак в левой
части *L3*. Нет оснований

Цель 5.

Цель 9. Применить *R3* к *L2*
[$A \cdot A \rightarrow A$] Отклонить,
нежелательно

Цель 10. Применить *R4* к *L2*
[$A \cdot B \cdot C \rightarrow A \cdot (B \cdot C)$]
Отклонить, нежелательно

Цель 11. Применить *R5* к *L2*
[$A \cdot B \rightarrow \sim (\sim A \vee \sim B)$]
Отклонить, нежелательно

Цель 12. Применить *R7* к *L2*
[$A \cdot (B \vee C) \rightarrow (A \cdot B)$
 $\vee A \cdot C$] Отклонить,
нежелательно

Цель 13. Применить *R8* к *L2*
[$A \cdot B \rightarrow A$] Отклонить,
нежелательно

Программа испытуемого

L0 — выражение, которое
надо получить

L1 — выражение, данное
вначале

Цель 1. Ставится экспериментатором

Я думаю об идее
перемещения этих двух вещей

Думаете о перемещении чего?

Этих *P*-ов... Тогда я
буду иметь подобную группу
вначале, но это, кажется...

Я мог бы легко оставить
нечто вроде этого... до конца,
исключая, тогда я...

Применяя какое правило?

Применяя... например, 2 Это
потребует изменения знака

*Попытайтесь говорить,
если можете* Хорошо... тогда
я смотрю на правило 3 и
это не кажется применимым
Теперь правило 4 выглядит
интересным. Оно
содержит 3 части, подобные
тому...

... и есть точки, так связь...
кажется, сделать довольно
легко, но нет переключения
порядка

<p>Последовательность операций вычислительной машины</p> <p>Цель 14. Применить $R1$ к левой части $L2[A \vee B \rightarrow B \vee A]$</p> <p>Цель 15. Изменить связь в \vee в левой части $L2$</p> <p>Цель 16. Применить $R6$ к левой части $L2 [A \supset B \rightarrow \neg A \vee B]$ Производится $L4(P \vee Q) \cdot R$</p> <p>Цель 17. Применить $R1$ к левой части $L4[A \vee B] \rightarrow B \vee A]$</p> <p>Производится $L5$ $(Q \vee P) \cdot R$</p> <p>Цель 18. Преобразовать $L5$ в $L0$ Идентично</p>	<p>Программа испытуемого Мне надо, чтобы P и Q изменились, так...</p> <p>Я имею здесь подкову. Это, кажется, нигде не применимо здесь</p> <p>Я ищу способ избавиться от этой подковы. А... вот это, правило 6</p> <p>Так, я применю правило 6 к второй части того, что мы имеем здесь. Хотите сделать это? Да. К строке 1. Вы примените правило 6. Страна 2 есть $R \cdot (P \vee Q)$. А теперь я воспользуюсь правилом 1. Правилом 1 в какой части? Вы можете использовать его либо по отношению к выражению в целом, либо по отношению к левой части. Я использую его в обоих частях. Хорошо, мы делаем по одной операции за раз, что вы хотите сделать в первую очередь? Ну, с P и Q. $R \cdot (Q \vee P)$. Теперь все выражение? Да. На строке 3, правило 1... вы получаете $(Q \vee P) \cdot R$. И... это оно. Это все правильно... Это было не слишком трудно</p>
--	---

Сделать такой перевод на практике не столь трудно, и, совершив его, мы можем определить в общих чертах сходство и различия в программах, соответственно, испытуемого и вычислительной машины.

Рассмотрим некоторые заметные различия в данном примере — различия, которые представляют неадекватность ОРП в его современном виде как точной теории поведения испытуемого. Мы видим, что испытуемый решает проблему в целом в голове и затем просит экспериментатора записать на доске действительные преобразования. Программа ОРП, в показанном здесь варианте, не обладает средствами для такого различе-

ния внутренних и внешних действий, следовательно, цепь операций соответствует только скрытому (однако, вербализованному) процессу решения задачи испытуемым. Например, ОРП и испытуемый, оба открывают в той же самой последовательности подходящие правила для преобразования выражений задачи, но испытуемый «публично» применяет эти правила в обратном порядке.

Другое отличие в характеристике этих данных и данных такого рода вообще состоит в том, что ряд предметов, появляющихся в цепи операций, не имеет аналогии в протоколе человека; наиболее ярко это проявляется в отношении правил 5, 7 и 8. Мы не можем сказать, указывает ли этот пропуск на ошибку в теории или испытуемый отмечает правила, но не упоминает их вслух.

В противовес этим различиям существует некоторое удивительное соответствие между цепью операций вычислительной машины и протоколом испытуемого. Во-первых, в отмеченных различиях между парами выражений как ОРП, так и испытуемый уделяют наибольшее внимание различиям в позиции символов, затем присутствию или отсутствию знака «~» и меньше всего уделяют внимания различиям в связках. Это проявляется, например, в отказе обоих применить правило 2 уже после того, как оно отмечено для преобразования выражения, на том основании, что применение правила включает изменение знака. Во-вторых, из нескольких возможных путей решения задачи как программа, так и испытуемый выбирает применение правила 6 и два применения правила 1.

Эти примеры успеха и неудачи дадут читателю некоторое представление о типе подробного сопоставления, которое мы можем осуществить в отношении теоретических предсказаний моделей вычислительной машины этого типа и реального поведения человека. Остается еще многое выяснить в том, как проводить такие сравнения и как определять их адекватность. Частичное подтверждение, полученное нами в настоящее время, позволяет думать, что ОРП обеспечивает хорошее приближение к теории информационных процессов определенных типов мыслительной деятельности и процесса решения задачи. Процесс мышления можно больше не рассматривать как совершенно таинственный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая вычислительная машина является общецелевым устройством, оперирующим символами. Если для нее составлена соответствующая программа, она может давать символический выход, который можно сравнить с речевым потоком в мышлении человека, рассуждающего вслух в процессе решения задач. Общий Решатель Проблем является программой вычислительной машины, которая способна имитировать, в первом приближении, поведение человека в узкой, но значительной проблемной области.

Общий Решатель Проблем не единственная существующая программа этого типа. Есть программа, предшественница ОРП, которая также отыскивает доказательства теоремы, но только по символической логике [3]. Существуют программы для доказательства теорем в геометрии [4], для конструирования электромоторов, генераторов и трансформаторов [5], для создания музыки [6] и игры в шахматы [7]. Существуют программы, которые «обучаются», т. е. такие, которые изменяются в различных отношениях на основе опыта [8]. Мы не включаем в список те программы, которые главным образом используют арифметические способности вычислительной машины и которые не подобны действиям человека даже в их общей организации. Все перечисленные, помимо ОРП, программы ограничены условиями отдельной задачи, и ни одна из них не предназначена для точной имитации деятельности человека. Тем не менее лежащие в их основе структуры чрезвычайно сходны и включают избирательный поиск возможных решений на основе правил «большого пальца» или эвристики. Эта общность служит дополнительным подтверждением правильности подхода, проиллюстрированного ОРП, к созданию теории человеческого мышления.

В своем обсуждении мы ограничили себя программами решения задач. В некоторых последних исследованиях предприняты попытки имитировать другие виды познавательной деятельности, изучавшиеся в психологических экспериментах. Фельдман [9] составил программу, имитирующую эксперименты с частичным подкреплением; Фейгенбаум [10] и Фейгенбаум и Саймон написали программу, которая имитирует поведение

испытуемого в экспериментах с механической памятью; Хант и Ховланд [11] и Лафери и Грэгг составили программу, имитирующую деятельность по образованию понятий. К тому же существует значительное число программ для задач распознавания образов. Теперь существует группа психологов, которые создают и опробывают информационные теории познавательных процессов, формулируя свои теории как программы вычислительных машин и испытывая их путем сравнения машинных имитаций и протоколов испытуемых.

Психология открыла важное новое орудие, мощь которого, кажется, соизмерима со сложностью явлений, подлежащих научному объяснению. По мере развития наших умений использовать это новое орудие мы можем ожидать, что конфликт между хорошими проблемами в психологии и хорошими методами будет значительно ослаблен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., In «Self Organizing Systems», M. C. Yovits and S. Cameron (eds.), Pergamon, New York, 1960, p. 153, 189.
2. Обсуждение сравнения цепи операций несколько отличного варианта ОРП и протоколов см.: Newell A., Simon H. A., Current Trends in Psychological Theory, Univ. of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1961, p. 152—179; «Proc. Conference on Learning Automata», Karlsruhe, Apr. 1961, Oldenbourg, Munich, 1961.
3. Newell A., Simon H. A., «IRE Trans, on Inform. Theory IT-2», N 3, 61 (1956).
4. Gelehrter H., Hansen J. R., Loweland D. W., «Proc. Western Joint Computer Conf. 1960», p. 143—150.
5. Goodwin G. L., Power 102 (Apr. 1958).
6. Hiller L. A., Isaacson L. M., Experimental Music, McGraw-Hill, New York, 1959.
7. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., «IBM J. Research and Develop.», 2, 320 (1958).
8. Samuel A. L., «IBM J. Research and Develop.», 3, 320 (1959); Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., «Proc. Western Joint Computer Conf. 1957» (1957), p. 218—230.
9. Fieldman J., «Proc. Western Joint Computer Conf. 1961» (1961), p. 133—144.
10. Feigenbaum E. A., «Proc. Western Joint Computer Conf. 1961» (1961), p. 121—132.
11. Hovland C. I., Hunt E. B., «Proc. Western Joint Computer Conf. 1961», (1961).

Г.Л. Гелернтер, Н. Рочестер

Интеллектуальное поведение машин, решающих задачи¹

Введение

Современные машины решают грандиозные арифметические задачи и выполняют вычислительные операции, которые намного превосходят возможности человека, но мы еще не научились применять вычислительные машины при решении проблем, которые требуют большего, чем какой-то минимум сообразительности и изобретательности. В этой статье сообщается о некоторых предварительных результатах в подходе к проблеме понимания того, как использовать машины в этих в настоящее время неуправляемых областях. Цель этого исследования — создание машины, в поведении которой наблюдаются многие черты интеллекта человека.

Мы остановимся, в частности, на проблеме, включающей в относительно чистой форме трудности, которые мы должны понять и преодолеть, для того чтобы достичь поставленной нами цели. Выбранный нами конкретный случай представляет собой доказательство теоремы по Эвклидовой геометрии способом, скажем, студента-второкурсника. Необходимо подчеркнуть, что хотя геометрия поддается алгоритмизации, доказательства, вырабатываемые машиной, будут иными по своей природе. Разрабатываемые методы должны будут иметь такую же силу для решения задач в системах, для которых такого алгоритма решения не существует.

¹ H.L. Gelernter, N. Rochester, Intelligent behavior in problem-solving machines, «IBM-Journal», October, 1958, p. 336—345.

Если приложение алгоритма решения отклоняется как не представляющее интереса (в случае геометрии) или невозможное (для большинства интересующих нас проблем), то остается два противоположных подхода к доказательству теорем в формальных системах. Первый представляет собой исчерпывающую разработку доказательства по аксиомам и гипотезам системы путем систематического применения правил преобразования до тех пор, пока требуемое доказательство не будет найдено (так называемый «Алгоритм Британского музея» Ньюэлла и Саймона [1]). Существует огромное число доказательств того, что эта процедура потребовала бы чрезмерно большого числа шагов для наиболее тривиальных теорем наиболее тривиальных формальных систем. Остающаяся альтернатива — иметь машину, основывающуюся на эвристических методах, аналогичных тем, которые используются людьми в подобных обстоятельствах.

Задачи, в которых люди пользуются эвристическими методами, имеют следующие характеристики. Работа начинается как обычно, а затем вдруг человек испытывает прозрение. За этим следует запись и проверка решения. Очевидно, человек первоначально использовал эвристические методы для поисков решения. Каждому предположению, полученному путем эвристических методов, он применяет своего рода тест. Озарение наступает тогда, когда предположение получает высокий балл по тесту. Вычислительная задача, которая далее следует, — это *преобразование* области *предположения* в область *задачи*. Преобразование возможно, конечно, только в том случае, если действительное решение указано заранее. Геометрическая машина будет работать таким же образом.

Вместо геометрии мы могли бы выбрать определенный класс вероятностных задач, доказательства теорем в начертательной геометрии, доказательства тригонометрических равенств, доказательства в области теории чисел или оценку неопределенных интегралов. Однако существуют обстоятельства, вынуждающие выбрать геометрию на плоскости, наиболее значительное из них — существование готового понимания «области предположения», представляемой диаграммой (семантическая интерпретация формальной системы) и легкость

преобразования «признаков доказательства» в область задачи. Второй важной причиной было то, что всякий, кто заинтересовался бы нашими результатами, изучал Эвклидову геометрию и может осмыслить полученные результаты более эффективно.

Здесь следует отметить, что геометрический проект является итогом Дартмутского летнего исследовательского проекта по искусственно му мышлению, основывающемуся на базе, заложенной участниками исследования, и вырастающему из работы Ньюэлла и Саймона по эвристическому программированию.

Не все проблемы, решение которых, как кажется, сопровождается «озарением», настолько элементарны, чтобы они оказались в сфере методов, описанных в этой статье. Многим присущи трудности более глубокие по природе. Об этом можно будет сказать еще кое-что позже, но подлинное понимание природы этих более трудных проблем придет лишь после проведения большого числа исследований.

Объяснение точного значения термина «эвристический метод» является важнейшей частью этой статьи. Для начала, однако, мы будем считать, что эвристическим методом (или эвристикой, если использовать форму существительного) является процедура, которая может привести нас кратчайшим путем к искомой нами цели или завести нас в тупик. Невозможно предсказать конечный результат до тех пор, пока эвристика не применена и результат не проверен с помощью какого-то формального процесса рассуждения. Если метод не обладает той характеристикой, что он способен увести нас в сторону, мы не будем считать его эвристикой, но скорее алгоритмом. Основанием для использования эвристик вместо алгоритмов является то, что они могут привести нас к нашей цели быстрее и позволяют нам рискнуть использовать машину в областях, для которых не существует алгоритмов.

Наконец, поскольку, как представляется, люди используют эвристические методы почти в каждом интеллектуальном действии, есть основания поинтересоваться, почему какая-либо деятельность, сравнительно легкая и естественная для человека, не выбрана как представитель этого класса вместо геометрии. Несколько альтернатив к геометрии фактически были рассмотрены и от-

клонены, так как не удовлетворяли одному или большему числу из следующих условий:

1. Задача должна включать виды умственной деятельности, которые мы еще не в состоянии передать нашим машинам для выполнения, но которыми, как мы полагаем, можем научиться управлять.

2. Она не должна включать сложные виды умственной деятельности, которые значительно превосходят наше понимание.

3. Она не должна быть слишком перегружена не от носящейся к делу работой.

Подавляющее число действий человека не удовлетворяют условию 2.

Нам надо проделать еще огромный путь, прежде чем наши машины смогут участвовать в тьюринговской игре в имитацию и побеждать.

Геометрия

В стандартном словаре геометрия определяется как «теория пространства и фигур в пространстве», и, конечно, большинство людей дали бы сходное определение. Для математика, однако, геометрия представляет формальную математическую систему, в которой возможны доказательства и которую можно связать с реальным пространством, если это представляет интерес для цели непосредственной деятельности, но которая может быть связана и с понятиями, не имеющими физической реальности или значения. Машина рассматривает геометрию прежде всего как формальную систему, но в эвристических целях пользуется интерпретацией в форме фигур в пространстве.

Формальная система, такая, как геометрия, включает:

1. Начальные символы (алфавит).
2. Правила преобразования.
3. Точные формулы.
4. Аксиомы.
5. Правила вывода.
6. Теоремы.

Группой начальных символов («ли алфавитом») в геометрии являются те элементы, которые интерпретируются как точки, совместно с теми, которые интерпретируются как специфические отношения между дискретной

группой точек или между данной группой и всем количеством точек (например, $=$, \parallel , A , B , Δ). Чтобы в геометрии осуществлять доказательства, нет необходимости, например, мыслить линию как нечто длинное, тонкое и прямое. Достаточно быть в состоянии распознавать символ «линия».

Правила же преобразования определяют, как объединять начальные символы в точные формулы (предложения), которые могут иметь или не иметь силу в данной формальной системе. Например, «две стороны любого треугольника параллельны», это точная формула (хотя и не соответствующая действительности), в то время как «две тупости существуют в любой одной точке» — не является подобной формулой. Мы можем задать машине вопрос: будет ли первое положение истинно (рассматривая формальную действенность как истину), но второе — болтовня, так как оно не подчиняется правилам преобразования. Эти правила являются, в некотором смысле, грамматикой языка, словарь которого включает алфавит примитивных символов.

Аксиомы представляют собой группу таких формул (например, «через любые две точки можно провести одну и только одну прямую линию»), которые могут служить в качестве оснований для построения. Чаще всего они рассматриваются как истинные по определению.

Правила вывода являются средствами, при помощи которых истинность одной точной формулы может быть выведена из других, истинность которых уже установлена. Новая формула должна быть выведена непосредственно из данной формулы и группы их путем определенного правила вывода.

Доказательство является последовательностью точных формул, в которых каждая из них (или ступень доказательства) либо следует из предыдущей формулы на основе одного из правил вывода, либо является аксиомой или предварительно установленной теоремой. Теорема является последней ступенью доказательства.

Резюмируя, можно сказать, что проблема, предъявляемая нашей машине, является положением в формальной логической системе, а решение этой проблемы будет последовательностью положений, каждое из которых является цепью символов алфавита данной системы. Последнее положение этой последовательности будет самой

проблемой, первое, обычно,— аксиомой или предварительно установленной теоремой.

Это простое и стройное описание геометрии, по существу, является определением, даваемым студентом-второкурсником. Легко увидеть, что этот взгляд на вещи слишком наивен, чтобы описать то, что реально имеет место, но в данный момент будет целесообразным продолжить изложение, принимая описание за истину, поскольку идеализация имеет значение сама по себе. Следует указать на ряд моментов в связи с этим идеальным взглядом на геометрию. Во-первых, существует различие между поиском доказательства и проверкой его. Чтобы 'проверить доказательство, мы просто следуем некоторым правилам, которые сформулированы очень четко. Напротив, «открытие» принципа доказательства требует творчества и воображения. Необходимо использовать интуитивное основание для выбора той, которая из многих возможных альтернатив является шагом в правильном направлении. Студент-второкурсник не обладает полным набором тех правил, которые необходимы для поиска доказательства.

Поскольку проверка доказательства является технической процедурой, нет причин, почему бы машина не могла легко выполнить ее. Точная формула (например, аксиома, ступень доказательства или теорема) была бы цепью данных слов в памяти, а правила образования или вывода — подпрограммой. В этом нет ничего действительно нового или трудного, и многие программы составлены с целью заставить машины выполнять трудную работу. Искусственный геометр, описываемый здесь, имеет подпрограмму, которая представляет собой алгоритм для проверки доказательства.

Процесс нахождения доказательства — другое дело, и вопрос о том, как приспособить машину к выполнению его, является предметом данной статьи. Студенту или машине можно сделать некоторые полезные намеки, но необходимо также предостеречь их, что эти намеки могут привести к ошибкам. Например, можно сказать, что если предложение, которое надо доказать, включает параллельные линии и равные углы, то есть большая вероятность того, что поможет следующий тест: «Если две параллельные линии пересекаются третьей, противоположные внутренние углы равны». Этот совет является

эвристикой, которая может быть дана студенту или машине. Она будет приводить к доказательству в большом числе случаев, но часто вовсе не будет никуда приводить.

Таким образом, не нужно рисовать фигуры. Конечно, возможно открыть доказательство в формальной системе и не интерпретируя этой системы. В случае геометрии, за исключением необходимости квалифицированно находить доказательства или применять теоремы к практическим проблемам, нет необходимости делать чертежи. Творческий математик, однако, обычно делает наиболее ценные находки и открытия при рассмотрении моделей формальной системы, в которых заключена проблема.

В случае плоскостной геометрии моделью является диаграмма (чертеж), семантическую интерпретацию которой в условиях формальной системы можно представить, цитируя Эвклида, когда, например, символ «точка» обозначает «то, что не имеет частей», а «линия» является «длиной без ширины» и т. д.

Модель является настолько полезным средством для нахождения доказательства в геометрии, что лишь редкие люди попытаются доказывать без предварительного построения изображения, если и не физически, то в уме. Если определенные усилия затрачены на то, чтобы избежать ложных совпадений, то обычно мы можем быть уверены в генерализации любого положения в формальной системе, которое отражается в чертеже, за примечательным исключением тех положений, которые относятся к неравенствам.

Мы не можем переоценить следующий момент. Чтобы служить эвристическим средством при решении задачи, модель не должна представляться строгим — один к одному—соответствием абстрактной системы. *Необходимо лишь, чтобы, они соответствовали в достаточном числе элементов.* Успешность применения модели в раскрытии правильного решения задач в этой системе (решений, которые будут проверены в рамках данной абстрактной системы) является единственным критерием, который нужно применить при определении уместности данной модели. Если модель является действительно семантической интерпретацией формальной логической системы, то наиболее желательно, чтобы интерпретация удовлетворя-

ла всем аксиомам формальной системы. Но если интерпретация имеет силу для некой более или менее значительной формальной системы, ее эвристическое значение может быть уничтожено, но не ограничено.

Эвристический метод

Доказательство теорем Эвклидовой геометрии в плане, описанном выше, требует экстенсивного использования эвристических методов, и именно эти методы в первую очередь, больше, нежели сама геометрия, интересуют нас. Роль геометрии сводится к преобразованию задачи соответствующей сложности для выработки и понимания типа эвристик, используемых при их решении.

Типичное применение эвристического метода при доказательстве теоремы включает следующие шаги:

1. Определить особенность теоремы.
2. Используя особенность теоремы, определить применимость методов и оценить значение каждого метода.
3. Выбрать наиболее подходящий метод.
4. Попробовать его.
5. В случае неудачи отбросить этот метод и вернуться к ступени [3].
6. В случае успеха зафиксировать доказательство и кончить работу.

Специфика теоремы (или любой задачи) представляет собой существование машинного описания теоремы (или этой задачи). В простейшей форме специфика может быть представлена вектором, каждый элемент которого выражает данное свойство либо синтаксического положения теоремы, либо ее семантического представления. Векторное обозначение применимости метода и оцененного значения каждого вектора выступает как векторная функция специфических особенностей. Формы значения, конечно, являются лишь предположениями, основанными первоначально на положениях программиста, а затем преобразованными машиной в свете ее опыта.

Если определить специфические особенности как данный элемент вектора, то можно ввести следующие синтаксические характеристики теоремы:

$C_i = 1$, если гипотезы содержат символ \parallel ; в противном случае 0.

$C_i = 1$, если вывод теоремы включает символ \parallel ; в противном случае 0.

$C_k = 1$, если существует перемещение наименований точек в гипотезах, при котором группа гипотез остается неизменной; в противном случае 0, и т. д.

Примеры семантических характеристик следующие:

$C_l = n$, где n является числом осей симметрии в чертеже.

$C_m = 1$, если доказывается, что два угла сегмента равны, и они являются соответствующими элементами совпадающих треугольников; в противном случае 0, и т. д.

Правила, формализованные в виде векторной функции, которая преобразует задачу в последовательность отмеченных методов подхода и оценки значения каждого метода, в общих чертах разделяются на две категории. Первая будет включать те эвристики, которые работают на синтаксических характеристиках задачи. Вторая, в общем случае машин, решающих задачи, будет объединять те правила, которые работают на характеристике модели. В случае искусственного геометра ими будут являться семантические характеристики, описанные выше.

Наиболее важна проблема стратегии и тактики в выборе методов. Одна очевидная стратегия, отмеченная ранее, представляет систематическое исследование всех альтернатив. Известно, что она является неадекватной для многих проблем и расценивается многими авторами как не представляющая интереса и, возможно, бесполезная в геометрии. Стратегия и тактика, использованные Ньюэллом и Саймоном в их исследованиях по доказательству теорем машиной, не подходят для этой более сложной проблемы при существующих машинах.

Их доказательства содержали в лучшем случае 3—4 шага, а требуемое машинное время является, вероятно, экспоненциальной функцией числа шагов. Ясно, что геометрические доказательства, включающие 10 шагов, потребуют несравненно более селективных эвристик, чем те, которые адекватны для исчисления предложений.

В настоящее время авторы располагают системой такой стратегии и тактики. Сейчас не представляется необходимым сообщать о ней в деталях, поскольку опыт машины, вероятно, приведет к многим изменениям и усовершенствованиям. Однако ясно, что умение, с каким машина выбирает методы и оперирует ими, будет отли-

чать хорошую машину от плохой. Поскольку невозможно предсказать в деталях поведение такой сложной информационной системы, как искусственный геометр, необходимо составить программу и опробовать ее, прежде чем можно будет сделать выводы.

Скорость, с какой трудная задача может быть решена, является существенным фактором при определении полезности интеллектуальной машины. Скорость не может быть достигнута путем осуществления малых преобразований наподобие изобретения более быстродействующих компонентов. В рамках, рассматриваемых здесь, фактор 10 шагов является минимальным изменением скорости. Предположим, например, что данное доказательство требует 10 шагов. Если при каждом шаге машина должна исследовать три альтернативы, то всего ей придется рассмотреть 20 000 случаев. Менее «интеллектуальная» машина, которая должна исследовать шесть альтернатив, будет рассматривать 20 000 000 случаев. Для задач, имеющих более длинные решения, избирательность начинает приобретать еще большее значение.

Синтаксическая симметрия

Формальная система геометрии будет трудной для машины. Не только алфавит и группа аксиом весьма обширны, но и геометрия должна быть формализована полностью. Сложность усугубляется тем фактом, что утверждения геометрии обладают большой степенью симметрии, и данное положение системы будет в общем допускать множество полностью эквивалентных форм.

С этими симметриями чрезвычайно сложно иметь дело; они обусловливают необходимость того, что теорема должна рассматриваться в любой из своих эквивалентных форм при каждой попытке установить вывод при помощи подстановки. С другой стороны, они основа для нового могущественного правила, полностью синтаксического по природе, что значительно упрощает поиск доказательства теоремы, наделенной этими симметриями. Правило будет удерживать машину при поиске в кругу полезных промежуточных шагов, или подцелей, чтобы преодолеть разрыв между предыдущими и последующими частями доказываемой теоремы. Действительно, это устраняет из сферы рассмотрения те подцели, которые

формально эквивалентны некоторой цели, уже включенной в структуру поиска доказательства.

Мы представим это правило на примере. Рассмотрим следующую теорему: «Диагонали параллелограмма делят друг друга пополам» (рис. 1). Чтобы решить эту проблему, машина должна установить формулу $AE = EC$ и $BE = ED$. Было бы особенно полезно, если бы искусственный геометр смог опознать, как обычно делают люди, что доказательство второй формулы по существу то же, что и

доказательство первой, и поэтому только одну из них надо установить. Но еще более важно, чтобы машина не попала в ловушку, представленную сокращенным процессом поиска. Выбранный метод — совмещение треугольников, и вслед за установлением формулы $\Delta I \cong \Delta II$, из которой теорема может быть немедленно выведена, машина ставит на последующей ступени подцель $\Delta III \cong \Delta IV$. Геометр будет удовлетворять нашим требованиям в обоих пунктах. Механизм, посредством которого это осуществляется, является воплощением теоремы, а правило определено ниже.

Рассмотрим сначала следующее определение. Пусть я будет замещением синтаксических переменных теоремы. Тогда я является синтаксической симметрией теоремы, если его применение к группе гипотез оставляет эту группу неизменной, за исключением возможного преобразования в эквивалентную форму, с учетом того, что симметрии утверждений (например, $\pi\{H\} \equiv \{H\}$) действительны. Мы можем теперь формулировать заданную теорему следующим образом:

«Если Γ — точная формула, доказуемая при помощи группы гипотез $\{H\}$ и π — синтаксическая симметрия группы гипотез $\{H\}$, тогда $\pi\Gamma$ — точная формула, доказуемая с помощью той же группы гипотез $\{H\}$. Формула $\pi\Gamma$ будет названа синтаксической парой (конъюгатом) Γ ».



Рис. 1.

Доказательство теоремы совершенно тривиально и следует из того, что синтаксические переменные в теореме могут быть переименованы без ущерба для значимости теоремы. Так, если

$\{H\} \supset \Gamma$ действительно, то

$\pi\{H\} \supset \pi\Gamma$ следует по правилу подстановки.

Тогда $\pi\{H\} \equiv \{H\}$

$\{H\} \supset \pi\Gamma$ является действительным.

Теорема сама по себе обеспечивает машине те же возможности, какими располагает человек-математик, когда он опознает эквивалентность двух различных положений в отношении данной формальной системы, поскольку теперь она (машина.— Перев.) может устанавливать синтаксические пары (конъюгаты) любой значащей формулы Γ путем простого утверждения — «подобно, $\pi\Gamma$ ». Правило синтаксической симметрии следует из теоремы. Оно используется машиной для создания (при данных эвристиках и методах, имеющихся в ее распоряжении), *оптимальной граф-схемы решения проблемы* (рис. 2).

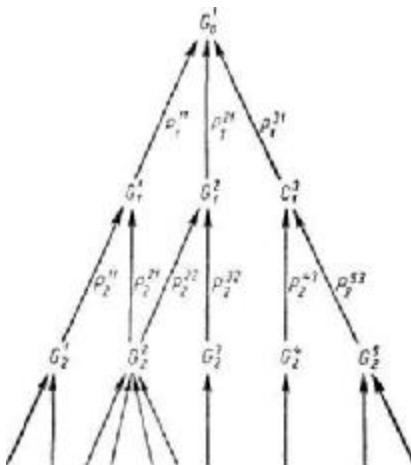


Рис. 2. Граф-схема решения задачи. G_i^a обозначает подцель порядка i с α нумерацией подцелей данного порядка. P_i^{aP} является преобразованием G_i^a в G_{i-1}^{β} 486

Пусть G_0 будет формальное положение, которое надо установить путем доказательства. Оно названо целью задачи. Если G_1 является формальным положением, обладающим тем свойством, что G_{i-1} может быть непосредственно выведено из G_i , то G_i будет подцелью i -ого порядка данной задачи. Все G_i , такие, как $j < i$, являются подцелями более высокого порядка, чем G_i , при этом G_0 рассматривается как подцель нулевого порядка. Граф-схема решения задачи включает точки пересечения G_i ; с каждой G_i прямой линией связана по крайней мере одна G_{i-1} . Каждая линия связи представляет данное преобразование G_i в G_{i-1} . Задача решена, когда любая G_i может быть непосредственно выведена из гипотез и аксиом.

Мы можем теперь определить правило синтаксической симметрии следующим образом: G_i не является подходящей подцелью, чтобы добавить ее к граф-схеме решения задачи, если она является синтаксической парой (конъюгатом) любой G_j при $i \geq j$, так как любой ход доказательства, ведущий к G_i с переименованными переменными, и любой механизм, ведущий к доказательству G_i , так же хорошо может быть доказан, как G_j . Если $i = j$, две подцели эффективно сократимы; и если $i > j$ — ход доказательства, ведущий к G_i , ведет к G_j когда они соотносимы, все шаги G_k $i \geq k \geq j$ могут быть ограничены.

В свете оказанного выше мы можем теперь пересмотреть нашу начальную задачу (см. рис. 1). Машина должна установить следующие две цели:

$$G^1_0 : LE = EC,$$

$$G^2_0 : BE =$$

$$ED.$$

При помощи теоремы синтаксической симметрии машина будет отделять G^2_0 от граф-схемы, так как $G^2_0 = \pi G^1_0$, где π является преобразованием A в B , B в C , C в D и D в A . После доказательства G_0 последует утверждение «подобно G^2_0 ». Затем в какой-то момент доказательство $\Delta ABE = \Delta CED$ является подцелью, машина отделит положение $\Delta BCE = \Delta DEA$ как возможную подцель. Если $AB = CD$ является подцелью, $BC = DA$ не будет подвергнуто рассмотрению. Ясно, что любой прямой путь в граф-схеме решения задачи от гипотезы к цели

будет единственным при я-преобразовании и будет кратчайшим в нем, так как не будет включать сокращимых подграфов (нет таких двух узловых точек, которые могли бы быть связаны путем я-преобразования). Синтаксические правила, подобные приведенным выше, будут весьма существенны для успеха геометрической машины. Хотя они значительно облегчают труд геометра, за исключением простейших случаев, они не в состоянии указать, какой путь из многих возможных действительно ведет к решению, а какой уводит в неопределенность, отдаляя с каждым шагом от цели. Геометру потребуется больше информации о большинстве задач, прежде чем он сможет хотя бы начать поиски решения. Он найдет эту информацию, как и математик, в чертеже.

Семантическая эвристика

Семантическая эвристика связана с вопросом о подходящих и возможно истинных положениях, которые могут быть получены путем изучения чертежа. Например, одно из первых таких правил, которые будет применять геометр в конкретном случае, будет следующее:

Если доказательство включает «чистый» простой полигон, возможно, потребуется чертеж.

Правило, указывающее, какую конструкцию создать, может быть следующим: *Если фигура имеет одну ось симметрии и она не начерчена, начертить ее.*

Наиболее полезным правилом будет: *Если в теореме требуется доказать, что два сегмента или угла будут равны, определить путем измерения, являются ли они соответствующими элементами треугольников, которые кажутся совпадающими. Если это так, попытаться доказать совпадение. Если необходимо, провести линии, соединяющие существующие точки диаграммы, чтобы создать совпадающие треугольники.*

Другой, часто используемой эвристикой будет: *Если две линии, кажущиеся параллельными, пересекаются третьей, попытаться установить параллельность путем рассмотрения углов.*

Более полное рассмотрение и выработка соответствующих эвристик будут основным итогом экспериментальной работы.

Должно быть ясно, что не следует ожидать, что лучшая группа эвристических правил, лучший компромисс между краткостью и эффективностью дадут лучшее доказательство в любом случае. Конечно, в ряде необычных случаев правила будут скорее мешать, чем помогать поиску краткого доказательства. В некоторых случаях машина будет создавать чертеж и вырабатывать детальное доказательство, пропуская простое и стройное. Люди поступают подобным же образом. Но эти необычные случаи должны быть исключением, и эвристические правила кажутся достаточно могущественными, чтобы создать эффективную машину.

Строгость

Математическая строгость становится значительным моментом в связи с двумя аспектами вопроса об искусственном геометре. Один из них тот, что машина может дать, в некотором смысле, более строгие доказательства, чем те, что были доступны до сих пор. Важнее другой аспект — то, что наша машина подобна хорошему математику, она отрабатывает выход и улучшает формы связи с другими математиками путем строгого разбора случаев.

Аксиомы и теоремы являются объектами, которые могут быть обследованы и которыми могут оперировать люди и машины. Это не представляет проблемы. Методы вывода являются инструкциями к выполнению некоторых действий. В случае машин они являются программами инструкций на языке машины. Когда дело касается людей, эти инструкции выражены естественным языком и призваны управлять поведением людей. Если исключить невыявленные крупные ошибки в конструкции машины или в составлении серии инструкций машине, машины и их инструкции полностью доступны пониманию. И когда одна из таких крупных ошибок устанавливается, она вызывает просто помеху, а не резкое нарушение.

Интересно отметить, что наиболее строгие положения оснований математики кажутся эквивалентными построениями машины и машинного языка и потому могут быть сообщены на этом языке. В одном случае [3] математик даже использовал слово «машина», хотя его машины не

могли быть в действительности построены, так как включали элементы с бесконечными измерениями. Должно быть ясно, что перевод формальной системы в программу машины обоснован и естествен.

Другой аспект вопроса о строгости совсем иной. Большинство элементарных учебников по геометрии не в состоянии доказать отношения промежуточности (betweenness). На рис. 3 острый угол ABC делится по

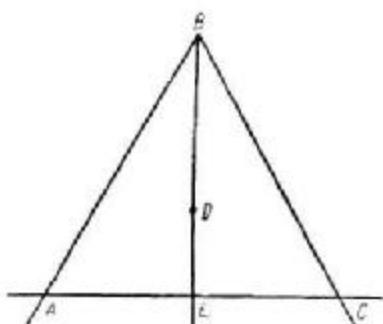


Рис. 3.

полам прямой BD . Затем прямые BD и AC продолжаются в бесконечность, таким образом образуются прямые BD и AC . Точка E определяется как пересечение прямых BD и AC . Как можно определить, будет ли точка E лежать между A и C , или слева от A , или справа от C ?

Обычно это решение осуществляют путем рассмотрения фигуры.

В строгом рассмотрении это доказывается формально, но требует чрезвычайных усилий. Целесообразность требует, чтобы математик игнорировал возможность того, что семантическая эвристика будет заводить его в тупик. Так как люди редко были обеспокоены ошибками подобного типа, традиционная геометрия исключает доказательства промежуточности, и многие математические теории лишаются строгости, поскольку многие области основаны скорее на эвристических методах, чем на формальных доказательствах. Очевидно, что машина должна быть способна работать таким образом, если она должна стать разумной.

Искусственный геометр решает вопросы промежуточности путем измерения фигур. Но когда он поступает так, это предполагает, что осуществляется фиксирование необходимых предположений для данного доказательства таким образом, что остается фиксация его угадываний. Существует, конечно, опасность того, что машина будет доказывать лишь специальный случай теоремы, предъявленной ей, но эта опасность может быть сведена

к минимуму путем предоставления машине альтернативных чертежей для испытания всеобщности ее положений, когда это необходимо.

Программирование геометра

Организация программы распадается обычно на три части: *синтаксический вычислитель*, *диаграммный вычислитель*, включенный в обычные действия, и *эвристический вычислитель*. Связь управления показана на рис.4.

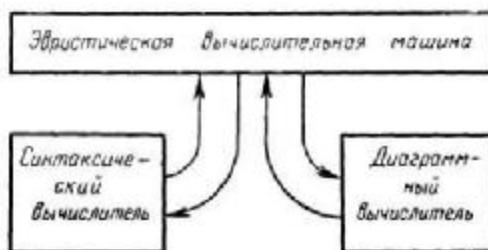


Рис. 4. Диаграмма работы искусственного геометра.

Синтаксический вычислитель включает формальную систему, его цель — установить доказательство. Формальная система, с которой работает синтаксический вычислитель, выражена обычным языком Поста — Розенблюма, а следовательно, синтаксический вычислитель должен быть полезен для широкого круга логических систем. Эвристический вычислитель может рассматривать любую последовательность линий доказательства синтаксического вычислителя, которые будут обследоваться им с целью определить, правильны ли они.

Диаграммный вычислитель создает чертежи и изменяет их. Он делает это при помощи координатной геометрии и вычислений блуждающей точки (floating-point calculation). Однако он не делится этим с эвристическим вычислителем и выдает только качественную информацию типа вырабатываемой математиком при рассмотрении хорошо начертенной фигуры. Поведение эвристиче-

ского вычислителя и синтаксического вычислителя не будет изменяться, если бы диаграммный вычислитель был заменен машиной, которая могла бы чертить диаграммы на бумаге и рассматривать их.

Эвристический вычислитель — основной элемент, который рассматривался в данной статье. Он включает эвристические правила и определяет, что делать на следующей ступени. Связанная работа вычислителей соответствует его инструкциям и отвечает на его вопросы.

Программа составляется на информационном языке, созданном для выполнения большой группы специальных функций для компилятора Фортрэн на ИБМ-704. Язык увеличивает число легко составимых программ, отвечающих природе геометра, и будет сообщен в деталях в следующей статье.

Научение интеллектуальных машин

Машина, описанная таким образом, будет осуществлять интеллектуальное поведение, но не будет совершенствовать свои методы. За исключением присоединения прежде доказанных теорем к списку ее аксиом, структура машины статична. Строгая последовательность практических проблем не будет улучшать ее деятельность при решении данной проблемы до тех пор, пока среди них не будет полезной теоремы. Такая машина, неспособная изменять свою собственную структуру, всегда будет ограничена: она может решить те проблемы, которые согласуются с первоначальными намерениями конструктора. Представляется, что проблема проектирования машины, которой присуща общая одаренность, будет значительно сложнее, если вообще возможна, чем проектирование машины не столь интеллектуальной, но наделенной способностью к обучению.

Можно попытаться наделить автомат, подобный геометру, способностью к обучению на различных уровнях абстракции. Конечно, поведение машины при хранении для будущего использования любой теоремы, которую она доказывает, можно трактовать как научение элементарного типа. Эту способность можно улучшить путем превращения машины в избирательную в ее выборе теорем для постоянного хранения, отклонения тех, которые (при помощи каких-либо точно оформленных крите-

риев) оцениваются как не представляющие интереса или вообще бесполезные в дальнейшем. Подобно этому, вместо «забывания» всех лемм, которые она может устанавливать как промежуточные шаги в доказательстве теоремы и которые могут быть заново выведены, когда это потребуется, машина может выбирать особо интересные для ее списка из установленных теорем.

Следующий уровень научения отмечается, когда машина согласует на основе своего опыта вероятности успеха, которые она приписывает данному эвристическому правилу относительно данной теоремы.

Такое научение имеет место, когда машина использует результаты одной задачи для усовершенствования своих предположений относительно подобных задач. Если геометру дается задача данного класса, скажем задача о параллелограммах, его способность решать их будет усовершенствована. Если после этого ему будет даваться последовательность все более сложных задач, то его выполнение будет все улучшаться, и можно сказать, что он научится доказывать теоремы о параллелограммах. Для ранней модели геометра наивысший уровень, к которому мы стремимся, будет достигнут, когда он оценивает качество своих предсказаний и отбрасывает как не относящиеся к делу некоторые критерии, входящие в особенности задачи. Первоначальная модель геометра будет включать только низшие уровни, последующие модели будут более сложными.

Помимо этих типов обучения, мы можем отметить и другие. Однако прежде чем мы перейдем к ним, мы будем, вероятно работать с машинами, решающими более трудные проблемы, чем задачи по геометрии. Существуют типы обучения, возможные только в машинах. Но мы можем надеяться, что машины для доказательства теорем в один прекрасный день смогут открыть, что определенная последовательность методов будет эффективна в определенных условиях, и, следовательно, свести эту последовательность к одному методу.

Но для машин, доказывающих теоремы, есть и другая область возможностей. Вместо того чтобы давать машине формальную систему и последовательность предложений для доказательства, можно дать машине формальную систему и предложить ей посмотреть, что можно найти.

В этом случае ей потребуются по крайней мере критерии для использования теорем при доказательстве других теорем и для придания стройности доказательству в плане больших достижений при малом числе ходов. При этом будут использоваться новые типы научения.

Прежде чем закончить обсуждение вопроса об обучающихся машинах, высажем ряд соображений. Вычислитель является просто конечным автоматом и как таковой в своем поведении полностью детерминирован начальным состоянием и последующей входной информацией. Таково положение вещей, и можно было бы считать, что его ответы на любую серию входных сигналов являются в принципе предсказуемыми и, следовательно, не интересными и не заслуживающими определения «интеллектуальные». Другой версией этого возражения является следующее. Машина, наделенная эвристикой и суждениями своего конструктора, является лишь обычным «усилителем» (extension) этого лица, не отличающимся в принципе от логарифмической линейки в руках инженера.

С некоторой посторонней позиции возражение спрavedливо, но на практике поведение машины далеко от того, которое можно предсказать. Что это так, хорошо иллюстрируется фактом, что геометр, когда его действия имитировались «вручную», в некоторых случаях давал доказательства, которые просто озадачивали его программистов. Природа интеллектуальной программы такова, что в отличие от обычных арифметических вычислений, в которых разветвлений мало и они легко прослеживаются, число условных путей, связанных с данным входом, чрезвычайно велико и они весьма запутаны, что делает невозможным любую детальную попытку проследить ее поведение. И, конечно, когда способность к обучению придана программе, она будет постоянно изменяться сама чрезвычайно сложным путем, так что, хотя ее поведение в принципе детерминировано, ее действия не более тривиальны, чем действия новичка-математика, который все еще находится под влиянием своего учителя.

Такую машину можно рассматривать и иначе. В любой отрезок времени внутреннее содержание нашей машины является некоторым частным состоянием автомата

та с конечным числом состояний. Тогда из неопределенного числа последовательных ходов, которое требуется от машины для доказательства теоремы, некоторая неопределенная подгруппа будет доказываться ею. В любой данный отрезок времени наша машина предлагает частичный метод решения по этой неопределеннной группе теорем, и эта группа будет более насыщена «интересными» теоремами, чем случайная подгруппа всех теорем. Класс теорем, рассматриваемых как «интересные», будет определять эвристику, которой подчинен частичный метод решения, и, наоборот, плотность интересных теорем в группе, перечисляемых машиной, будет зависеть от возможного выбора эвристики. Важно отметить, что если машина наделена даже самой элементарной формой научения, ее начальное внутреннее состояние будет иным для каждой новой проблемы, предъявленной ей, и, следовательно, класс теорем, решаемых машиной, будет постоянно изменяться. А чем является человек-математик перед некоторым неизвестным классом теорем, как не машиной с частным методом решения?

¹

Теоретическая машина

В различных местах предыдущего изложения ход рассуждения прерывался указанием на то, что существуют более сложные проблемы, но они находятся вне сферы рассматриваемого вопроса. Этот большой новый класс проблем и то, как машина может работать с ними, является предметом данного раздела.

Начнем с более совершенного типа геометрической машины, такой, которая пытается определить ту область геометрии, которая соответствует ее возможностям. Об этой области эвристический вычислитель узнает от диаграммного вычислителя. Он оценивает среду в эвристических целях — для заключений о том, что делать на следующей ступени. Однако, если он узнает, что изменения противоречат данным, которые могут быть дока-

¹ Следующий абзац статьи мы опускаем в переводе, поскольку он содержит недостаточно развернутый анализ уже рассмотренного вопроса с позиций метода семантических таблиц Е. У. Бета [4] и не представляет интереса для раскрытия общей темы статьи.—*Прим. перев.*

заны синтаксическим вычислителем, он считает измерения ошибочными. Иными словами, формальная система является священной.

Теперь предположим, что диаграммный вычислитель плоскостных изображений замещен другим, который осуществляет построения на сферической поверхности.

Предположим далее, что порядки в эвристическом вычислителе пересогласованы так, что он скорее доверяет диаграммному вычислителю, чем синтаксическому, в случае, когда они вступают в конфликт. Предположим также, что он снабжен средствами изменения формальной системы и дополнительной эвристикой для эффективного осуществления этого. Он должен быть организован таким образом, чтобы попытаться привести теорию (синтаксический вычислитель) и эксперимент (диаграммный вычислитель) в согласие и, таким образом, открыть характер мира, в котором он живет. Это — теоретическая машина.

Представляется, что нет в принципе причин, почему 'бы теоретическая машина не согласовалась со средствами экспериментирования, с лабораторией, с бюро и не предназначалась для разработки теории того или иного вопроса. На практике существуют известные трудности, касающиеся скорости работы такой машины и стоимости. Сегодня дешевле и скорее использовать для осуществления исследований людей, но, возможно, в один прекрасный день машины будут вести исследования, а люди просто контролировать этот процесс. Проведем простую параллель — выполнение земляных работ. Было время, когда земляные работы являлись ручным трудом, но теперь их осуществляют машины, а люди просто управляют этими машинами. Ученые, используя машины для проведения исследований, будут выполнять роль, аналогичную роли профессора, руководящего студентами.

Дальнейшие построения этого типа связаны с программированием. Человеку легче обмениваться сложными сообщениями с другим человеком, чем с машиной. Говорить легко, но составление программы инструкций для машины — кропотливое и точное дело. Когда человек слушает другого, он часто не может правильно интерпретировать какое-то слово, но последующие слова позволяют ему понять это предшествующее слово. Дело

представляется таким, как будто бы слушатель постоянно создает гипотезы относительно того, что имеет в виду говорящий, и постоянно проверяет эти гипотезы и либо принимает, либо отклоняет их и переходит к другим. В плане человеческой деятельности «теоретизирование» — слишком громкое слово для такой деятельности. Однако с точки зрения конструкции машин, может быть, только теоретическая машина будет легко инструктироваться людьми.

Взаимодействие между формальной и эвристической деятельностью в теоретической машине более сложно, чем в машине, доказывающей теоремы. Чтобы определить последовательность своих гипотез, теоретическая машина должна использовать методы машины, доказывающей теоремы. Поскольку природа типичных проблем, которые она будет решать, различна, теоретическая машина должна больше опираться на семантическую эвристику как замену строгой дедукции. Затем, когда она обнаружит расхождение между теорией и опытом, она должна использовать и строгую дедукцию, и эвристические операции для изменения своей формальной системы.

Это отнюдь не немыслимая ситуация, именно она имеет место, когда программа вычислителя вынуждает вычислитель изменять программу. Но это действительно сложно, и сложности на этом не кончаются.

Машина, описанная так, подобна теоретику, обладающему большим или меньшим экспериментальным умением. Дополнительная эвристика требует от машины способности выбирать «острый» эксперимент, который будет эффективным испытанием теории. При экспериментировании будут возникать случайные осложнения, и машина должна рассматривать их как подпроблемы. Другими словами, она должна использовать все свои возможности снова на более низком уровне.

Теоретическая машина представляет собой устройство, которое строит предположения о своей области исследований и испытывает их. При этом она начинает лучше понимать, что происходит. Будем надеяться, что теоретическая машина будет не только способной к исследованиям, но с ней будет легче общаться, чем с существующими в настоящее время автоматическими вычислителями.

Резюме

Предполагается, что в противоположность современному использованию автоматических вычислителей, которые выполняют за человека техническую работу, машины, доказывающие теоремы, являются устройствами, рассуждающими эвристически. Они способны поэтому решать более сложные проблемы и, изучая их, узнавать кое-что относительно природы проблем и машин. Основной принцип работы искусственного разума этого типа состоит в том, что он включает формальную часть, синтаксический вычислитель, который может делать выводы, и эвристическую часть, которая может вырабатывать догадки. Путем использования синтаксического вычислителя для испытания догадок, сделанных на основе эвристики, машина может давать результаты, выходящие за рамки возможностей чисто дедуктивной машины.

Эвристические процессы могут быть синтаксическими, когда они основываются на языке, на котором ставится проблема, и на положениях этого языка, либо они могут быть семантическими и основываться на интерпретации или модели формальной системы.

Искусственный геометр является примером машины, доказывающей теоремы. Геометрия была выбрана не столько из-за какой-то особой нашей заинтересованности, а скорее потому, что она дает пример задач на соответствующем уровне трудности, причем для их решения необходима в основном семантическая эвристика. Геометр проходил проверку путем имитации на электронной обрабатывающей информацию машине ИБМ-704.

В высшей школе затрагивают тот любопытный аспект геометрии, что она не является строгой. Некоторые факты устанавливаются путем доказательства их, тогда как другие — путем рассмотрения фигуры (т. е. семантической эвристикой). Этот могущественный, эффективный метод анализа используется и людьми, и искусственным геометром. Хотя вполне возможно сделать искусственного геометра абсолютно строгим, однако не менее важно при изучении искусственного разума избежать чрезмерной строгости.

Помимо машин, доказывающих теоремы, существуют теоретические¹ машины, которые путем построения пред-

¹ Термин авторов. — Прим. перев.

положений и проверки их приходят к пониманию соответствующей области. Такая машина была бы в состоянии проводить исследование и была бы более доступна в общении.

Наиболее серьезная трудность в развитии полезных машин, доказывающих теоремы, и теоретических машин — это скорость их работы. Эта проблема не может быть решена путем лишь использования более быстро действующих элементов. Наибольший вклад в проблему должна сделать усовершенствованная эвристика, так чтобы машина в будущем меньше времени уделяла бесполезным поискам. Природа сложных проблем такова, что машина вынуждена какое-то время тратить на ошибочные действия, но эти ошибки не должны выходить из определенных границ. Следует ожидать, что машины сами сделают большой вклад в понимание искусственно-го разума, поскольку они учатся в процессе работы, и это обучение многое раскрывает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., Empirical Explorations of the Logic Theory Machine. A. Case Study of Heuristic, Proc. Western Computer Conf., p. 218 (February 1957).
2. Newell A., Simon H.A., IRE Trans. on Inform. Theory, IT-2, № 3, 61 (September 1956).
3. Turing A.M, Proceedings of the London Mathematical Society, Ser. 2, 24, 230—265 (1936).
4. Beth E. M., Semantic Entailment and Formal Derivability, Mededelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, abd. Letterkunde, «Nieuwe Reeks», 18, № 13, 309 (1955). См. также Robinson A., Proving a Theorem (as done by Man, Logician or Machine), Transcription of the Proceedings of the 1957 Cornell Summer Institute of Logic, Ithaca, New York.

Л. Ньюэлл, Дж. С. Шоу, Г.А. Саймон

Процессы творческого мышления¹

Что подразумевается под «объяснением» творческого процесса? В литературе, опубликованной по этому вопросу, описывались этапы мышления при решении трудных проблем и обсуждались процессы, которые имели место на каждом этапе. Интерес фокусировался особенно на наиболее драматических и таинственных сторонах творчества — на бессознательных процессах, которые, как предполагается, протекают в течение «инкубационного периода», на воображении, включенном в творческое мышление, и его значении для эффективности мышления и, наконец, на явлении «озарения», внезапном инсайте, который завершает решение проблемы, исследуемой длительный период времени. Экспериментальная работа — в том ограниченном объеме, в каком она была проведена,— связана главным образом с направляющей установкой, включая мотивационные и познавательные условия, которые создают и изменяют установку и ее устойчивость.

Все вопросы, которые мы отметили, достаточно интересны и являются частью теории творческого мышления. Однако при нашем собственном обращении к творчеству мы почувствовали необходимость более четкого представления всех требований к теории. Мы предполагаем, что теория творческого мышления должна включать:

¹ A. Newell, J.C. Shaw, H.A. Simon, The processes of creative thinking. In: Contemporary approaches to creative thinking, A symposium held at the University of Colorado, Eds. by H. E. Gruber, G. Terrell, M. Wertheimer, Atterton press, N. Y., 1963.

1) полностью операционные определения¹ (спецификации) поведения таких механизмов (или организмов), которые при соответствующих исходных условиях будут способны к фактическому осуществлению творческого акта;

2) показ того, что механизмы, поведение которых определено (этими программами), будут демонстрировать явления, обычно сопровождающие творческое мышление (например, латентный период, озарение, формирование и изменение установки и т. д.);

3) группу положений — вербальных или математических — относительно характеристик класса определений (программ), которые включают конкретные специфицированные примеры.

Иначе говоря, мы имели бы удовлетворительную теорию творческого мышления, если бы смогли спроектировать и создать какие-то механизмы, которые могли бы творчески мыслить (осуществлять поведение, в точности похожее на поведение человека, занятого творческой деятельностью), и если бы мы смогли дать основные принципы, в соответствии с которыми эти механизмы были созданы и работали.

Сформулированные так откровенно, эти намерения кажутся утопичными. Насколько они являются утопичными — или, скорее, насколько отдалена их реализация, — зависит от того, как широко или узко мы интерпретируем термин «творческий». Если мы намерены рассматривать всю сложную деятельность человека по решению задач как творческую, то, как мы покажем, удачные программы для механизмов, которые имитируют человека, решавшего задачу, уже существуют, и известен ряд их основных характеристик. Если мы оставляем термин «творческий» для деятельности, подобной открытию специальной теории относительности или созданию бетховенской Седьмой симфонии, тогда в настоящее время не существует примеров творческих механизмов.

Но успех, уже достигнутый в синтезировании механизмов, которые решают трудные проблемы тем же спо-

¹ Как мы покажем ниже, мы предполагаем, что такая группа определений принимает форму программы в том смысле этого слова, как оно используется в области цифровых вычислительных машин. Мы будем в дальнейшем обозначать их как «программы».

собом, что и человек, **начинает обещать** теорию решения проблем весьма специфическую и операционную. Цель этой статьи — распространить некоторые положения этой теории на творческое мышление. Сделать это — значит утверждать, что творческое мышление является просто специальным видом поведения при решении проблем. Это кажется нам полезной рабочей гипотезой.

Мы начинаем с общего обсуждения отношения творческого мышления и процесса решения задач и исследования того, в какой степени существующие программы решения задач могут рассматриваться как творческие. Затем мы даем набросок теории решения задач, которая лежит в основе этих программ, и потом используем эту теорию для анализа программ и сравнения их с некоторыми образцами поведения человека при решении задач, отраженного в протоколах речевых реакций и мышления испытуемых «вслух» в лаборатории. Наконец, мы рассматриваем некоторые вопросы, которые поднимаются при обсуждениях творчества, чтобы выяснить, что может дать анализ решения задач в этой области.

Решение проблем и творчество

В психологической литературе «творческим мышлением» обозначается специальный тип деятельности с несколько неопределенными и нечеткими границами (см., например, [4]). Решение задач характеризуется как творческое в той мере, в какой оно удовлетворяет одному или большему числу следующих условий:

1. Продукт мыслительной деятельности обладает новизной и ценностью (либо для индивида, либо для его культуры).
2. Мыслительный процесс также отличается новизной в том смысле, что требует преобразования или отказа от ранее принятых идей.
3. Мыслительный процесс характеризуется наличием сильной мотивации и устойчивости, протекая либо в течение значительного периода времени (постоянно или с перерывами), либо с большой интенсивностью.
4. Проблема, поставленная первоначально, смутна и плохо определена, так что одной из наших задач было формулирование самой проблемы.

НЕЧЕТКОСТЬ РАЗЛИЧИЙ

Процесс решения задачи может удовлетворять всем этим условиям в большей или меньшей степени, но мы не в состоянии найти никаких более специфических критериев, отличающих творческий мыслительный процесс от нетворческого. Более того, данные, доступные в настоящее время относительно процессов, включенных в творческое и нетворческое мышление, не указывают на особые различия между ними. Мы можем сослаться, например, на данные Патрика [11, 12] о процессах, включенных (и у профессионалов, и у любителей) в создание картины или написание стихотворения, или на данные де Гроота [1] о мыслительных процессах шахматистов. Процессы не только кажутся удивительно сходными при переходе от одной задачи к другой — в соответствии с положением Уоллеса [16] об этапах решения задачи,— но просто невозможно, основываясь лишь на статистике, описывающей процессы, отличить хорошо подготовленного специалиста от заурядного дилетанта.

Также наблюдается высокая корреляция между творчеством (по крайней мере в области наук) и успешностью в выполнении самых шаблонных интеллектуальных заданий, которые обычно используются для измерения одаренности. Вряд ли можно сомневаться, что обычно все люди, сделавшие значительный творческий вклад в науку и технику в прошлые века, обладали огромными возможностями и в решении задач [4].

Таким образом, творческую деятельность можно охарактеризовать просто как вид деятельности по решению специальных задач, который характеризуется новизной, нетрадиционностью, устойчивостью и трудностью в формулировании проблемы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Как мы уже отмечали, выдвигаемая нами теория решения задач основывается на работе механизмов, решающих задачи тем же способом, что и люди,— механизмов, поведение которых может быть исследовано, измерено и проанализировано. Единственный приемлемый метод создания механизмов, решающих задачи, состоит в том, чтобы написать программы для цифровых вычислительных машин; любые другие физические механизмы

недостаточно комплексны и мало пригодны для этих целей.

Материал данной статьи основан главным образом на нескольких созданных нами программах¹. Таковы программы:

1. «Логик-теоретик». «Логик-теоретик» — это программа вычислителя, способного найти доказательства теорем в области элементарной символической логики, используя эвристические методы, подобные тем, которые используются людьми. Несколько типов «логика-теоретика» были кодированы для вычислителя, и в отношении одного из этих типов и его вариантов был наложен значительный материал [6; 7; 8; 10].

2. Шахматист. Мы составили программу применительно к игре в шахматы. В настоящее время она проверяется вычислителем, но мы много работали с программой, так что ее наиболее существенные характеристики известны нам [9].

Когда мы говорим, что эти программы имитируют процесс решения задачи человеком, мы не просто подразумеваем, что они решают задачи, которые раньше решались только человеком, хотя они делают и это. Мы подразумеваем, что они решают эти проблемы путем использования методов и процессов, которые в большей или меньшей степени подобны методам и процессам, используемым человеком. Самый последний вариант «логика-теоретика» был спроектирован полностью как имитация (частичная) человека, поведение которого было запротоколировано в лабораторных условиях.

Хотя, как нам известно, группа при корпорации Карнеги—РЭНД является единственной в которой предпринимались попытки прямо создать программы, имитирующие высшие психические процессы человека, тем не менее ряд исследователей использовали возможности программ вычислительных машин для решения сложных и трудных проблем. Многие из этих программ дают дополнительную информацию относительно природы процесса решения задач. Вот некоторые из них.

3. Музикальная композиция.
Фирмой ИЛЛИАК была описана и опробована программа для

¹ Этот краткий очерк отражает положение дел в то время, когда этот доклад был прочитан,— весной 1958 года.

вычислительной машины, которая создавала музыку, используя правила контрапункта Палестрины. Некоторые сочинения были исполнены струнным квартетом и записаны на магнитофонную пленку, но, насколько нам известно, не было опубликовано описание этой программы. Проводились и другие эксперименты в области музыкальной композиции.

4. Игра в шахматы. Помимо нашей программы, были написаны еще две программы для шахмат. Хотя они обе работают принципиально иначе, чем человек, тем не менее некоторые их характеристики подводят к любопытным сравнениям [9].

5. Проектирование электромоторов. Были составлены и теперь используются промышленными фирмами по меньшей мере две, а возможно и больше, вычислительные программы, проектирующие электромоторы. В качестве входов этих программ выступают требования к конструкции со стороны потребителя, а в качестве выходов — производственные спецификации, которые отсылаются на предприятия. Программы не просто осуществляют расчеты, (необходимые в процессе проектирования, но практически выполняют анализ как таковой и вырабатывают решения, что было в прошлом делом инженеров-проектировщиков.

Основной целью этих программ по проектированию методов является, конечно, обеспечение эффективных решений стандартных задач, и они являются экономичной заменой инженеров. Таким образом, эти программы имитируют процессы человека только в той мере, в какой эти процессы признаются как повышающие возможности решения проблем и эффективности программ.

6. Узнавание зрительных образов. Написана программа, которая пытается выучивать двухмерные образцы, например типа «А». Программа разработана Селфриджем [15] и Дайнином [2]. И хотя использование вычислительной машины в качестве имитатора лишь частично успешно, эта попытка важна как новый метод исследования психической деятельности человека.

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ «ЛОГИК-ТЕОРЕТИК» ТВОРЧЕСКИМ МЕХАНИЗМОМ?

Деятельность, осуществляемая вычислительными программами, предназначенными для решения задач, про-

текает в области, не столь далекой от той, которая обычно рассматривается как «творческая». Нахождение доказательств математических теорем, сочинение музыки, проектирование технических конструкций и игра в шахматы обычно (рассматриваются как творческие процессы, если продукт деятельности оригинален и высококачествен. Следовательно, отношение этих программ к теории творчества очевидно, даже если настоящие программы не точно имитируют психические процессы человека — они приносят вполне земной плод.

Рассмотрим более детально вопрос о том, следует ли считать «логика-теоретика» творческим механизмом. Когда «логику-теоретику» предъявляют целевую теорему по элементарной символической логике, он пытается найти доказательство. Что касается проблем, которые мы действительно ставили ему, а ими были теоремы, выведенные из гл. 2 «*Principia Mathematica*» (1925—1927) Уайтхеда и Рассела, он находил доказательство в трех случаях из четырех. «Логик-теоретик» не ставит своих собственных задач — они должны быть заданы ему, в процессе поиска доказательства теоремы он лишь выводит теорему из других положений и затем будет пытаться доказать ее.

Никто сейчас не будет отрицать, что Уайтхед и Рассел работали творчески, когда они писали «*Principia Mathematica*». Их книга — одно из наиболее значительных произведений XX в. Если написание этих книг было творчеством для Уайтхеда и Рассела, то возможно, что и первооткрытие «логиком-теоретиком» значительной части гл. 2 — открытие заново в большом числе случаев тех же самых доказательств, что Уайтхед и Рассел открыли первоначально,— тоже творчество. Конечно, «логик-теоретик» не получит больших почестей за свои открытия, так как они уже известны, но субъективно его продукция нова и оригинальна. Более того, по крайней мере в одном случае «логик-теоретик» открыл доказательство теоремы из гл. 2, которое было короче и более стройно, чем опубликованное Уайтхедом и Расселом¹.

¹ Возможно, что и это не является творчеством. «Журнал символической логики» («The Journal of Symbolic Logic») собирался опубликовать статью, описывающую это доказательство, одним из авторов которой является «логик-теоретик». Принципиальное возражение, выдвинутое редактором, состоит в том, что эта же самая

Если мы хотим серьезно возражать против того, что «логик-теоретик» объявляется творческим механизмом, мы должны основываться на анализе тех проблем, которые он выбирает, а не на его деятельности при их решении. Так, можно считать, что программа — это лишь математическое орудие, основывающееся на решениях значительного числа задач, предложенных Уайтхедом и Расселом. «Логик-теоретик» просто ищет ответы на них, в то время как подлинное творчество заключается прежде всего в выборе проблемы. Это является четвертой характеристикой, выдвигаемой нами при определении творчества. Но мы уже указывали, что «логик-теоретик» обладает способностью к выбору задач. Работая с конца, т. е. отправляясь от цели доказать данную теорему, он может выдвигать новые теоремы и ставить себе подцели — доказать их. Исторически, хотя и в более широких рамках, этот процесс и был осуществлен Уайтхедом и Расселом, когда они создавали теоремы, которые затем доказывали. Для этой работы они сначала выбрали для себя основные постулаты арифметики (как они были предложены Пеано и его сотрудниками) и вывели их как теоремы из аксиом логики. Теоремы гл. 2 «Principia» были созданы, насколько мы можем проследить историю вопроса, тем же самым путем, что и подпроблемы, создаваемые «логиком-теоретиком», — как подпроблемы, решение которых приведет к решению первоначально поставленной задачи.

Мы не хотим преувеличивать степень, в какой «логик-теоретик» способен следовать высшим парениям человеческого духа. Мы хотим только указать, что границы между его решениями задач и творческой деятельностью человека не столь просты и очевидны.

Абстрактная модель поведения при решении задачи

Мы обращаемся теперь к общей теории решения задачи, с тем чтобы позже вернуться к специфическим вопросам «творческой» части спектра процесса решения задач.

теорема может быть доказана сегодня (используя определенные метатеоремы, которые были неизвестны ни Уайтхеду, ни Расселу, ни «логику-теоретику») более простым способом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ «ПРОБЛЕМЫ»

Лабиринт представляет подходящую абстрактную модель для большинства видов деятельности по решению задач. Лабиринт является группой (путей (возможно, частично перекрывающихся), в которой какая-то подгруппа отличается от других тем, что в конце путей имеются цели (награды, подкрепления) (рис. 1). Пути

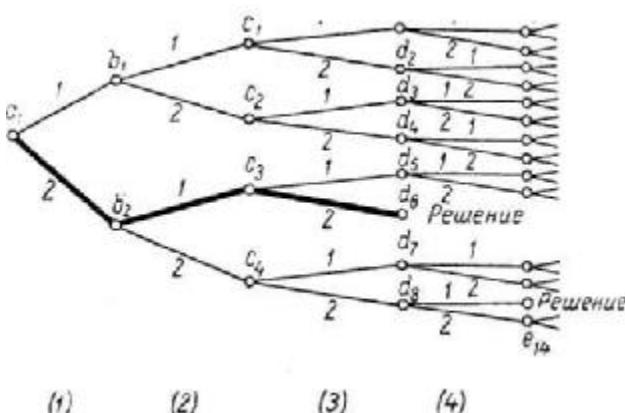


Рис. 1. Проблемный лабиринт. Альтернативы в точках выбора $t = 2$; минимальное число шагов к решению $k = 3$. Кратчайший путь решения дается выборами $2 — 1 — 2$; он проходит от точки выбора a_1 через b_2 и c_3 к решению d_6 .

этой подгруппы являются «правильными» путями; найти один из них значит решить задачу прохождения лабиринта.

Мы можем подняться на следующую ступень абстракции и охарактеризовать решение задачи при помощи следующих положений: дана группа P , найти член подгруппы S из группы P , имеющий специальные свойства.

Вот несколько примеров:

1. Решение кроссворда. Пусть P — все возможные комбинации букв английского алфавита, которые будут заполнять пустые клетки кроссворда. Подгруппа S включает те комбинации, в которых все пересекающиеся горизонтальные и вертикальные ряды являются словами, которые отвечают специальному определению.

2. Нахождение шифра сейфа. Пусть P — все возможные положения дисков сейфа, а S — те частные положения, которые открывают сейф. Обычно сейфы создаются так, что S включает один элемент.

3. Осуществление ходов в шахматах. Пусть P — группа всех возможных (допустимых) ходов; тогда S — группа «хороших» ходов, где термин «хороший» отражает какую-то систему критериев.

4. Доказательство теорем по логике или геометрии. Пусть P — группа всех возможных последовательностей выражений на формальном языке логики (или геометрии соответственно), а S — подгруппа выражений, которые (a) являются действительными доказательствами и (б) сведены в определенные теоремы.

5. Программирование вычислителя для перестановки матрицы. Пусть P — группа всех возможных последовательностей инструкций вычислителя, а S — частная по следовательность, которая будет осуществлять специальную перестановку матрицы.

6. Перевод немецкой статьи на английский язык. Пусть P — все возможные последовательности английских слов (длиной, скажем, менее чем L); S — подгруппа последовательностей, которые (a) удовлетворяют критериям английского синтаксиса и стиля, (b) имеют то же значение, что и немецкий оригинал.

7. Проектирование машины. Пусть P — группа всех возможных параметров стоимости конструкции машины; тогда S — подгруппа параметров стоимости, которые (a) удовлетворяют требованиям спецификации конструкции; (b) отвечают определенным критериям минимизации стоимости.

В примерах 4, 5 и 6 интерпретация проблем в контексте модели лабиринта может привести к дальнейшему анализу путем отождествления элементов последовательности, отмеченной там с последовательными отрезками лабиринта, образующими путь.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР ПРОЦЕССОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Существуют различные пути классификации процессов, используемых людьми при решении задачи. Полезным является различие процессов нахождения возможных решений (создание членов P , которые могут

принадлежать к 5) от процессов определения того, будет ли найденное предложение фактически решением (приверяя, относится ли к 5 созданный элемент P). Это различие часто проводится в литературе. Джонсон [4], например, различает «продуктивные» (процессы и процессы, «удостоверяющие» результаты решения).

Мы предпочитаем называть процессы первого класса *процессами выработки решения*, а второго класса — *процессами проверки (верификации)*.

Генераторы решений охватывают все разряды ряда — от крайне «примитивных», по типу проб и ошибок, поисков, которые выдают элементы P в произвольном порядке, до экстенсивных расчетов, при которых соответствующее решение избирается при первой же попытке, или тщательных аналитических процессов, при которых решение создается путем своего рода («движения назад» от известных свойств решения). Несмотря на примитивный характер процессов проб и ошибок, они лежат в основе очень большого класса подлинно творческих процессов решения задачи; фактически и в ряду более трудных задач, вероятно, существует положительная корреляция между творчеством и использованием генераторов проб и ошибок.

КАКОВ РАЗМЕР ЛАБИРИНТА?

В достаточно малом лабиринте, где члены 5, как только они открыты, легко могут быть опознаны как решение, нахождение решения тривиально (примером является Т-образный лабиринт для крыс с пищей на одной из дорожек). Трудности при сложном процессе поиска решения возникают в связи с комбинацией двух факторов — размеров группы возможных решений, которые должны быть исследованы, и задачей установления того, действительно ли соответствует предложенное решение условиям задачи. В любом конкретном случае либо один, либо оба этих фактора могут быть источниками трудности задачи. Используя нашу формальную модель решения задачи, мы можем часто получать значащие меры трудности конкретных проблем и меры эффективности конкретных устройств и процессов решения задачи. Рассмотрим некоторые примеры.

«Логик-текторика». Мы можем осуществить некоторые оценки области возможных решений (доказа-

тельств) для проблем, с которыми имеет дело «логико-теоретик». Под возможным решением, которое мы в этом случае рассматриваем как элемент группы P , мы подразумеваем последовательность выражений символической логики. Если мы не накладываем никаких ограничений на длину ряда или другие характеристики таких последовательностей, их число, очевидно, бесконечно. Следовательно, мы должны предположить вначале, что имеем дело не со всей группой возможных доказательств, но с некоторой подгруппой, включающей, скажем, «более простые» элементы первой группы. Мы можем ограничить P , например, доказательствами, состоящими из последовательностей не более чем двадцати логических выражений, причем каждое выражение будет включать не более 23 символов и только переменные p, q, r, s и t и связи «или» и «включает». Число возможных доказательств, отвечающих этим ограничениям, около 10^{235} — единица с последующими 235 нулями!

Не является тривиальной и задача установления того, что конкретный элемент группы P , как мы определили его, является доказательством конкретной логической задачи, ибо необходимо определить, является ли каждое выражение в последовательности аксиомой и выводимо ли оно из некоторых предшествующих выражений при помощи правил дедукции. Добавим, что, конечно, выражение, которое доказывается, должно содержаться в последовательности.

Очевидно, выбор возможных доказательств путем проб и ошибок и испытание того, будет ли каждый выбранный элемент действительно желаемым доказательством, не является легким методом доказательства логических теорем ни для людей, ни для машин. Группа, которая должна 'быть исследована, слишком велика, а испытание выбранных элементов слишком трудно. Как мы можем приблизить эту задачу к приемлемым размерам?

Прежде всего, число, которое мы получили, 10^{235} , не только крайне велико, но и произвольно, ибо оно целиком зависит от ограничений простоты, которые мы наложили на P . Делая эти условия более строгими, мы сократим размер P ; ослабляя ограничения, мы увеличим ее размер. Мы должны искать более значащий путь описания размеров группы P . Мы сделаем это путем ана-

лиза простого генератора решений, который создает элементы группы в определенном порядке, и выясняя вопрос о том, сколько элементов в среднем должен создать генератор, чтобы получить решение для задач определенного класса. Будем создавать элементы P в соответствии со следующей простой схемой, которую мы обозначили как алгоритм Британского музея (The British Museum algorithm) в честь особого случая, при котором он был использован [7].

1. Мы рассматриваем только такие последовательности логических выражений, которые являются действительными доказательствами, т. е. такие, которые выводятся из аксиом, а каждое выражение выводится из предшествующих при помощи действительных правил вывода. Путем создания лишь тех последовательностей, которые являются доказательствами (чего-либо), сокращаем значительную часть задачи по проверке.

2. Мы создаем прежде всего те доказательства, которые включают отдельное выражение (сами аксиомы), затем доказательства в два выражения и т. д., ограничивая алфавит символов, как и прежде. Если даны все доказательства длиной в k элементов, мы создаем доказательства длиной в $(k + 1)$ путем применения к последним правилам вывода всеми дозволенными способами, для того чтобы создать новые выведенные выражения, которые можно добавить к последовательности. Таким образом, мы создаем лабиринт (см. рис. 1), в котором каждая точка выбора ($a_1; b_1; b_2$ и т.д.) представляет возможные пути выведения новых выражений как непосредственных следствий выражений, содержащихся в доказательстве. Так, на рис. 1 d_4 — это доказательство, которое может быть выведено как непосредственное следствие c_2 путем использования пути 2.

Мы устанавливаем, что из 60 теорем, содержащихся в гл. 2 «Principia Mathematica», около 6 (все они находятся среди первых 10 теорем в этой главе) будут включены в первые 1000 доказательств, созданных алгоритмом, но что примерно на 100 млн. доказательств больше потребуется создать для того, чтобы получить все теоремы в этой главе. (Действительное число может быть еще больше, его трудно установить с какой-либо точностью.) Если мы используем эту схему для того, чтобы найти доказательство теоремы, выбранной случай-

но среди теорем гл. 2, мы должны будем создать в среднем сотни миллионов возможных решений, прежде чем найдем одно, которое хотели, и вероятность найти доказательство среди первой созданной тысячи будет лишь одна десятая. 100 млн. (10^8) — большое число, но очень незначительное в сравнении с 10^{235} ¹. Таким образом, есть более высокая вероятность появления доказательства из гл. 2 «Principia», если оно относительно просто, чем в случае, когда оно сложно. С другой стороны, необходимо более действенное орудие, чем алгоритм Британского музея, для того чтобы люди или машины решали задачи тью символической логике в пределах разумных периодов времени¹.

Игра в шахматы. Обратимся теперь к второму примеру — выбору хода в шахматах. В среднем шахматист, чья очередь совершать ход, осуществляет свой выбор из 20 или 30 альтернатив. Поэтому «нахождение» возможных ходов не представляет трудностей, но огромные трудности существуют при определении того, будет ли конкретный дозволенный ход хорошим ходом. Проблема не в генераторе, а в проверочном компоненте деятельности. Однако принципиальный метод для оценки хода состоит в рассмотрении некоторых противоположных возможных ответов, собственных ответов и т. д., только попытки оценить результаты позиций после этого лабиринта возможных последовательностей ходов осуществляются с некоторой глубиной. Лабиринт последовательности ходов чрезвычайно велик. Если мы рассматриваем пять последовательных ходов для каждого игрока, предполагая в среднем 25 дозволенных продолжений на каждой ступени, мы находим, что P , группа таких последовательностей ходов, включает около 10^{14} (100 миллионов миллионов) членов.

Вскрытие сейфа. Мы можем аналогично определить размер группы P для других примеров решения задач, приведенных в списке. Во всех случаях группа так велика, что исключает процесс выработки решения, основанный на совершенно случайном поиске в группе возможных решений.

¹ Следующие два абзаца статьи, представляющие разбор одного специального случая, опущены, так как не являются основными в понимании проблемы как таковой. — Прим. перев.

Прежде чем мы закончим оценки, будет полезно рассмотреть дополнительный «синтетический» пример, который имеет более простую структуру, чем все, что мы рассматривали до сих пор, и который будет полезен позже при уяснении того, как различные эвристические устройства сокращают количество проб, требуемых для нахождения решения задачи. Рассмотрим сейф, замок которого включает 10 независимых дисков, каждый из них пронумерован от 00 до 99. Сейф будет иметь $10^{10} = 10^{20}$ или 100 биллионов возможных положений дисков, только одно из которых будет открывать его.

Однако если сейф неисправен и всякий раз возникает легкий щелчок, когда любой диск установлен в правильном положении, то потребуется в среднем только 50 проб, чтобы открыть сейф. 10 последовательных щелчков, предупреждающих взломщика, когда «теплее», вот и все отличие неразрешимой задачи от тривиальной.

Итак, если мы можем получить информацию, которая подсказывает нам, какое решение испытать, и, в частности, если мы можем получить информацию, которая позволяет нам раздробить большую проблему на несколько небольших задач и узнать, успешно ли мы решили каждую из небольших задач,— поисковая деятельность может быть значительно сокращена. Это управление генератором решений при помощи информации о задаче и ее решении и это разложение проблем на более или менее независимые подпроблемы связано с сущностью эффективных процессов решения задачи.

Эвристики для решения задач¹

В данном разделе мы рассмотрим некоторые примеры успешных программ решения задач, для того чтобы понять, что имеет место при выработке решения и проверке его и как программы сокращают задачи до приемлемых размеров. Мы используем термин «эвристический» при определении любого принципа или устройства, которые вносят вклад в сокращение среднего числа проб при решении. Хотя еще не существует общей теории эвристи-

¹ Раздел переводится с некоторыми сокращениями. При переводе опущены некоторые второстепенные детали и разделы, уже освещавшиеся в других статьях. — Прим. перев.

ки¹, мы можем иметь дело с некоторыми эвристиками, применяемыми при решении человеком сложных задач. Наши данные получены на материале формальных и символьических задач из области символьической логики и шахмат. Эта характеристика задач, несомненно, ограничивает ряд эвристик, которые мы рассматриваем. Однако представляется, что те виды эвристик, на которых мы основываемся и можем описать (например, планирование и функциональный анализ), широко применимы.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Даже когда группа P велика, как это обычно бывает в сложных процессах решения, генератор решений может рассматривать на ранней стадии те части P , которые, скорее всего, бесплодны. Например, многие проблемы имеют следующую форму: группа решений S включает все элементы P со свойством A , свойством B и свойством C . Нет генераторов, которые будут создавать элементы, обладающие всеми тремя свойствами. Однако могут существовать генераторы, которые создают элементы, обладающие двумя какими-то свойствами из этих трех. Таким образом, возможны три схемы: 1) создавать элементы со свойствами A и B до тех пор, пока не найден элемент, наделенный и свойством C ; 2) создавать элементы A и C до тех пор, пока не найден элемент, наделенный и свойством B ; 3) создавать элементы со свойствами B и C до тех пор, пока не создан элемент со свойством A . То, какой генератор будет выбран, зависит от того, какие требования наиболее сложны, и от относительной стоимости выработки решений. Если большинство элементов отвечает A , тогда обосновано создание элементов B и C , так как можно ожидать, что A скоро появится. Если элементы с A редки, лучше создавать элементы, которые имеют свойство A .

«Логик-теоретик» дает нам четкий пример этого типа эвристики. Вспомним, что задача «логика-теоретика» заключается в поисках доказательств. Доказательство представляет собой список логических выражений, удовлетворяющих следующим требованиям:

¹ См. работы Пойа [13, 14], который проанализировал использование эвристики в математике.

Л. Начало списка (включает известные теоремы (любое число их)).

В. Все другие выражения в списке являются прямыми и истинными следствиями выражений, приведенных выше.

С. Последнее выражение списка является выражением, которое доказывается.

Нет генератора, который выдаст последовательность, удовлетворяющую всем этим трем условиям, но существуют генераторы, отвечающие двум из них. Легко составить список, который начинается с теории и кончается известным выражением. Трудным условием является *B* — то, что список должен включать действительные выводы. Следовательно, тупо выбирать генератор, который автоматически отвечает *A* и *C*, и просто ждать, когда он создаст список, который будет также соответствовать *B*.

Можно также создать генератор, отвечающий *A* и *B*, тот, что создает списки, которые включают доказательства чего-либо. Этот генератор может найти доказательство путем создания таких списков до тех пор, пока не появится один с желаемым выражением — условие *C*. Рассмотренный ранее алгоритм Британского музея является подобным генератором.

Наконец, можно создать генератор, который отвечает условиям *B* и *C*. Если фиксируется последнее выражение как желаемое, то создаваемые списки включат только действительные выводы, ведущие к последнему выражению. Проблема решена тогда, когда создан список, отвечающий условиям *A*, т.е. выражениям, которые все являются теоремами.

При этом типе генератора элементы создаются как бы «с конца», идя от желаемого результата по направлению кенным задачам. Этим путем идет «логик-теоретик» при открытии доказательств.

Должно быть ясно, что нет, по существу, ничего необычного в работе «с конца» в противоположность работе «с начала». Выбор между ними приводит к вопросу о том, какие ограничения более строги. Может случиться, конечно, что конкретная ситуация, которую мы встречаем здесь (множество возможных начальных точек в противоположность одной конечной) и которая предрасполагает

гает к работе в направлении от конца к началу, является сравнительно распространенной¹.

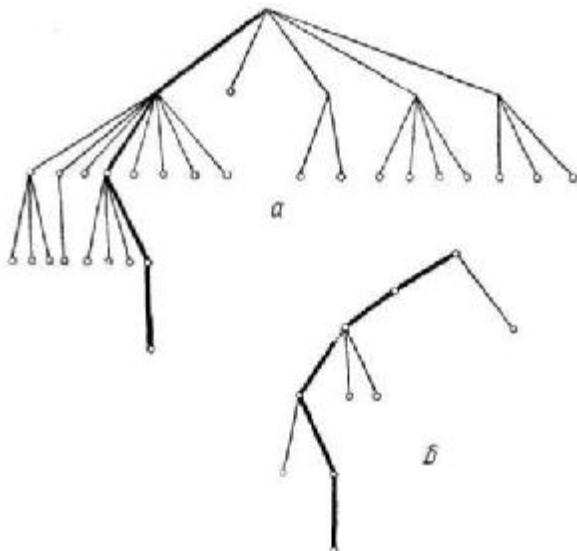
ПРОСТЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ ЭВРИСТИКИ

Когда субъект, решающий задачу, сталкивается с группой альтернатив (например, расходящиеся из точек выбора пути в лабиринте на рис. 1), обычный эвристический прием состоит в выявлении с самого начала возможных путей при помощи относительно доступного теста. Чтобы определить ценность этого приема, рассмотрим лабиринт, содержащий m альтернатив в каждой узловой точке и имеющий длину k . Если есть один правильный путь к цели, то для того, чтобы найти его при помощи случайных поисковых действий, потребуется в среднем $\frac{1}{2}m^k$ проб. Если эвристический тест позволит отбросить как бесполезные половину альтернатив в каждой узловой точке, тогда при случайном поиске с применением этой эвристики в среднем потребуется только $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}m)^k$ проб. Это сокращает число проб в отношении 2^k , что составит при лабиринте, включающем лишь 7 звеньев, число 128, а при лабиринте в 10 звеньев — свыше тысячи. «Логик-теоретик» использует ряд таких эвристик выбора. Так, например, работая по принципу «от ответа к началу», что было описано выше, он может продвигаться в разных направлениях от списка логических выражений, который им уже получен. Для того чтобы получить новые истинные выводы, он может использовать различные теоремы в сочетании с различными уже имеющимися у него выражениями. Так «логик-теоретик» создает лабиринт подпроблем, которые точно соответствуют абстрактным чертежам, приводимым нами [10].

На рис. 2 показано два лабиринта, составленных для двух попыток доказать при несколько отличных условиях конкретную теорему, исходя из одной и той же группы известных теорем. В каждом лабиринте целевая теорема 2.45 представлена верхней точкой; а каждая узловая точка, лежащая ниже, соответствует новому выражению.

¹ Дункер [3] называет движение «с конца» «органической» деятельностью и отличает ее от «механических» действий при работе «от начала». Наш анализ показывает и то, почему первое более эффективно, чем последнее, и то, почему нет никакого качественного различия между ними.

полученному (как подцель) из выражения, соответствующего точке, лежащей выше и непосредственно связанной с ней. В обоих случаях «логик-теоретик» находит одно и то же доказательство, которое отмечено в обоих лабиринтах жирной линией.



Р и с. 2. Лабиринты двух доказательств теоремы 2.45 по одним и тем же начальным теоремам. Оба лабиринта создаются программами, идентичными во всем, кроме того, что программа для лабиринта (b) включает два дополнительных эвристических селективных метода. Выделенная линия представляет собой доказательство. Остальные линии показывают пути, которые отсекаются при помощи селективных эвристик уже в первой программе.

При создании нижнего лабиринта «логик-теоретик» пользовался эвристическими методами выбора, которые он не применял при прохождении верхнего лабиринта. С помощью одной эвристики он отделял новые выражения, которые казались «недоказуемыми» на основе определенных критериев правдоподобия; с помощью другой эвристики отсеивались выражения, которые казались слишком сложными в плане наличия в них большого числа отрицательных знаков. Эти две эвристики сократили число проб, потребовавшихся для нахождения ре-

шения в отношении $^{24}/_9$, или в 2,7 раза. Однако когда учили затраты на дополнительное обследование, то общая экономия при решении задачи, обеспечиваемая этим обследованием, составила 2,3. С другой стороны, мы экспериментировали с эвристиками, блестящими по своим характеристикам (сокращение числа проб в 10 раз), но требовавшими таких усилий, что новый труд зачеркивал их преимущества.

СТРАТЕГИИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ РЕШЕНИЯ

Обычно информация, необходимая для выбора подходящих путей, поступает лишь при осуществлении поиска. Обследование путей дает нам точки, обозначающие «холоднее — горячее», чем мы и руководствуемся при дальнейшем поиске. Мы уже приводили простой, но эффективный пример неисправного сейфа.

Последовательная пригодность узловых точек вытекает из существенного свойства ситуации решения задачи, которое мы должны рассмотреть 'подробнее. Существует в общем два различных способа описания любой конкретной точки выбора в проблемном лабиринте.

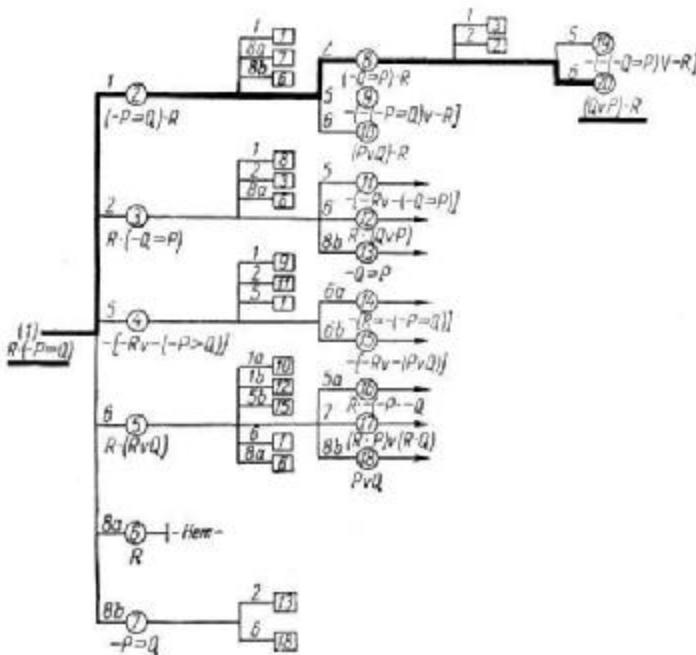
В шахматах, например, конкретная позиция может быть определена путем обозначения (словесно или при помощи диаграммы) того, какие фигуры занимают ту или иную клетку доски. С другой стороны, позиция может быть определена при помощи выделения последовательности ходов, которые ведут к ней от начальной позиции.

Аналогично, в логике выражение может быть определено путем записи его обычным способом или также хорошо путем выделения последовательности операций с аксиомами (доказательство), 'которые будут приводить к нему. (На рис. 1 решение может быть описано как d_6 или как 2—1—2.)

Во всех этих случаях мы будем называть первый метод определения элемента P спецификацией путем описания состояния; второй метод — спецификацией путем описания процесса. Часто объекту, решающему задачу,дается частичное или полное описание конечного состояния (решения), описание состояний в одной или нескольких начальных точках и список допускаемых действий. В этом контексте задача состоит в том, чтобы найти последовательность действий, которые, будучи применены

при начальном состоянии, приведут к конечному состоянию.

Всякий раз, когда при каком-то начальном состоянии осуществляется какое-то действие, возникает новое состояние, описываемое по-новому. Если существуют связи (известные субъекту, решающему задачу, или такие, которые он может узнать) между характеристиками описания состояния и расстоянием до цели (т. е. конечным описанием, которое представляет решение), то эти отношения могут быть использованы для того, чтобы



Р и с. 3. Частичная диаграмма проблемного лабиринта для выводения

(QV P) - R из R-(-P=>Q).

Цифры в кружках обозначают выведенное выражение. Цифры в квадратах обозначают повторно выведенные выражения. Необведенные цифры обозначают операции. «Правильный» путь указан более темной линией. Стрелки ведут к другим частям лабиринта, которые не показаны (включая и альтернативные выводы выражения).

определить, будет ли решающий идти в сторону, где «теплее», или в сторону, где «холоднее», то есть следует или не следует ему идти путем, описываемым некоторой последовательностью действий. Если, например, на рис. 1 описание состояния, соответствующего b_2 , указывает, что оно ближе к решению, чем описание, соответствующее b_1 , то решающий задачу будет в точке a_1 выбирать путь 2 вместо пути 1 и освободится от необходимости исследования всей верхней половины лабиринта¹. Чтобы дать картину избирательности в конкретной области решения задач, мы показываем на рис. 3 несколько упрощенно часть проблемного лабиринта, включающую только те пути, которые действительно должны быть обследованы при систематических избирательных поисках решения.

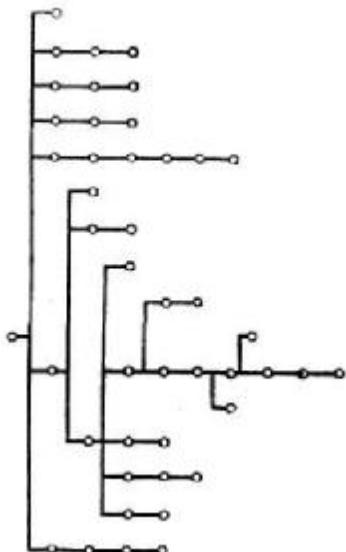


Рис. 4. Часть лабиринта последующих ходов, обследуемая шахматистом в середине игры (по Грооту [1], стр. 207).

¹ Авторы рассматривают далее конкретный пример преобразования логических выражений, который уже был описан в другой статье сборника. Этот пример мы опускаем. — Прим. перев.

Тот же тип противоположности между описанием состояния и описанием процесса имеет место и при выборе хода в шахматах. Поскольку размеры лабиринта продолжений очень значительны, может быть обследована лишь малая часть возможных вариантов игры.

Когда игрок рассматривает конкретный ход, он может построить в своем воображении картину доски после того, как ход осуществлен. Он может затем исследовать это новое состояние для того, чтобы выяснить, какие черты его благоприятны, какие — неблагоприятны и какие возможные продолжения оно подсказывает. Таким образом он исследует несколько путей в лабиринте (если он хороший игрок, его эвристический прием обычно натолкнет его на обследование важных путей), и он может проанализировать достаточное число ходов, для того чтобы быть в состоянии прямо оценить достигнутые конечные позиции. Мы отмечаем, что сильнейшие шахматисты не обследуют больше, чем несколько десятков продолжений, а те в свою очередь на глубину порядка от нескольких до 10 и более ходов (см. рис. 4). Способность шахматиста-мастера глубоко анализировать партию, столь удивляющая новичка, возникает из способности первого анализировать очень избирательно, не пропуская в то же время важные варианты. «Сигналы», которые он отмечает, неуловимые для новичка, очевидны для него.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

В основе эвристики «уменьшения различий» лежит общее понятие функционального анализа. Функциональный анализ, или анализ соотношения средств и цели, дает нам обобщенную эвристику, которая может быть использована в самых разных задачах. [Авторы описывали программу (функционального анализа, использованную в одном из переработанных вариантов «логика-теоретика». Эта программа могла быть использована при решении задач в области символьической логики, тригонометрии, алгебры, геометрии и шахмат. Схема функционального анализа дается на рис. 5. Подробнее программа описана в другой статье авторов, включенной в данный сборник.]

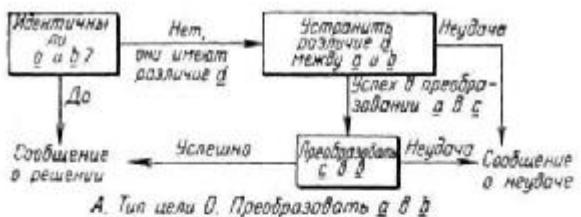


Рис. 5. Цели в функциональной эвристике.

ЭВРИСТИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ

Другой класс широко применяемых эвристик, увеличивающих избирательность генераторов решений, составляют эвристики, которые идут под рубрикой «планирование». Рассмотрим снова лабиринт длиной в k шагов с m альтернативами в каждой точке выбора. Предположим, что вместо сигналов, обозначающих правильный путь в каждой точке выбора, есть лишь сигналы в каждой второй точке (рис. 6). Тогда задача прохождения лабиринта легко может быть расчленена на ряд подза-

дач достижения тех точек выбора, которые отмечены сигналами.

Такая группа (подзадач) составит план. Вместо начальной задачи прохождения лабиринта длиной в k шагов, перед субъектом, решающим проблему встанет задача прохождения $(k/2)$ лабиринтов, каждый из которых длиной в два шага. Ожидаемое число путей, 'которые должны быть обследованы при решении первой проблемы, будет, как и раньше, равно $\frac{1}{2}m^k$. Ожидаемое число проб при решении второй проблемы $\frac{1}{2}(k/2)m^2$.

Если, как на рис. 6, начальный лабиринт будет иметь в длину 6 шагов при двух альтернативах в каждой точке, среднее число требуемых проб будет сокращено с 32 до 6, к которым в свою очередь следует добавить усилия, необходимые для того, чтобы найти план.

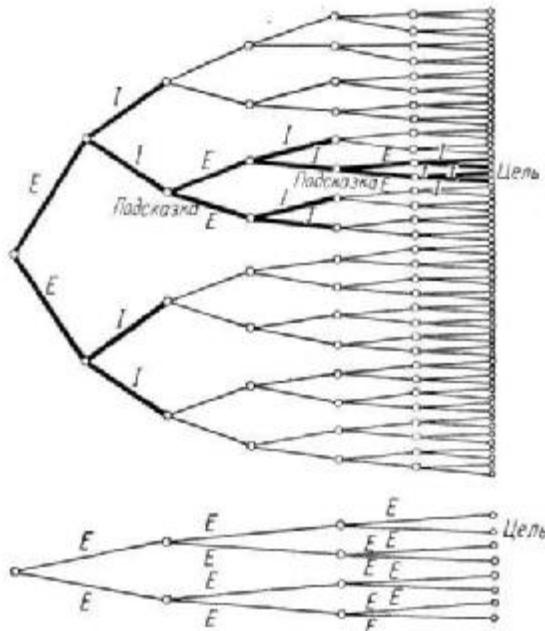


Рис. 6. Пространство задачи (вверху) и планируемое пространство (внизу) для одной и той же задачи. План используется для нахождения опорных точек в большем лабиринте; затем в лабиринте необходимо использовать только выделенные пути. Шаги, обозначенные буквой E , существенны, те же, что обозначены через I , несущественны.

Мы используем «подобный метод планирования, когда путешествуем. Сначала мы набрасываем общий маршрут от города к городу, затем, имея в виду эти города как подцели, мы решаем подзадачи, как попасть из одного в другой.

Мы разработали программу такого типа для описания способа, при помощи которого наши испытуемые решали логические проблемы О.К. Мора. Возможно, что самый простой способ показать особенности планирования — это описать данную программу. Двенадцать операторов, которые приняты в этой логической системе на чисто прагматической основе, могут быть разделены на два класса, которые мы будем называть соответственно «существенные» и «несущественные» операторы. Существенные операторы — это те, которые, будучи применены к выражению, производят «большие» изменения в его внешнем виде, превращают, например, выражение $\langle P \ P \rangle$ в $\langle P \rangle$. Несущественные операторы — те, которые производят «небольшие» изменения, например превращают $\langle P \vee Q \rangle$ в $\langle Q \vee P \rangle$. Как мы уже говорили, различие чисто прагматическое. Из 12 операторов мы выделили 8 как существенные и 4 как несущественные. Грубо говоря, несущественные операторы — это те, которые изменяют порядок символов в выражении или связи (например, « \vee » на « \cdot »), но не приводят к другим изменениям.

Затем мы можем взять выражение и абстрагировать те характеристики, которые связаны только с несущественными операторами. Так, мы можем выделить в выражении $\langle P \vee Q \rangle$ выражение $\langle PQ \rangle$, в котором порядок символов первого выражения рассматривается как не имеющий значения. Например, $\langle PQ \rangle$ рассматривается как тождественное $\langle QP \rangle$. Очевидно, если несущественные операторы применены к абстрагированным выражениям, выражения останутся неизменными, тогда как можно ожидать, что существенные операторы изменят их [например, оператор, который будет преобразовывать $\langle P \vee P \rangle$ в $\langle P \rangle$, будет изменять $\langle PP \rangle$ в $\langle P \rangle$].

Мы можем теперь установить соответствие между нашими начальными выражениями и операторами, с одной стороны, и абстрагированными выражениями и существенными операторами — с другой. Соответственно начальной проблеме преобразования a в b мы можем поставить новую задачу преобразования a' в b' где a' и b'

представляют собой выражения, полученные путем абстракции от a и b . Предположим, что мы решаем новую задачу, получая последовательность выражения a' , c' , $d' \dots b'$. Мы можем теперь преобразовать ее снова в начальную и поставить новые задачи преобразования a в c , c в d и т. д. Таким образом, решение задачи на уровне планирования дает план для решения начальной задачи. Рассмотрим реальный пример применения эвристики планирования к задачам О.К. Мора (см. табл. 1). Этот

Т а б л и ц а 1
Решение задачи $A-4$ испытуемым № 8

Шаги	Доказательство		План	
	Выражение	Обоснование	Выражение	Обоснование
(1)	$P \vee Q$	Дано	PQ	Дано
(2)	$\neg R \quad Q$		PQ	»
(3)	S	»	S	»
(4)	$P \supset \neg S$		PS	»
(5)	$S \supset \neg R$	Правило 2 к (4)		
(6)	$S \supset \neg Q$	Правило 12 к (2), (5)	SQ	Правило 12 к (2),
(7)	$\neg Q$	Правило 11 к (3), (6)	Q	Правило 11 к (3),
(8)	$\neg P \supset Q$	Правило 6 к (1)		
(9)	$\neg Q \supset P$	Правило 2 к (8)		
(10)	P	Правило 11 к (7),	P	Правило 11 к (1),
(11)	$P \vee T$	Правило 9 к (10)	PT	Правило 9 к (10)

пример взят из протокола одного из наших испытуемых и ясно показывает, что он использовал эвристику планирования точно таким же образом для решения задачи. В левой части таблицы приводится последовательность выражений, которые испытуемый записал при решении задачи $A-4$ по Мору. Испытуемому были даны выражения, приводимые в первых четырех строках, и предположено было вывести выражение, приводимое в строке 11. Он осуществил 7 шагов; первое выражение и правила, использованные на каждой ступени, даются справа от выведенного выражения.

Протокол испытуемого показывает, однако, что прежде, чем получить строгое доказательство, он выработал

полный план доказательства. План приводится в форме абстрагированных выражений в правой части таблицы. Действия по планированию имели место сразу же после предъявления задачи испытуемому и до того, как экспериментатор дал ему инструкцию записывать любое преобразование выражений, данных ему как посылки. Вот отрывок из протокола, раскрывающий действия планирования:

Испытуемый: Хорошо, сразу можно сказать, что когда у вас $P \vee T$ (выражение в решении), то последним вы можете использовать правило 9. Я могу преобразовать P и добавить $\vee T$. Так что это надо держать в уме... Я не знаю, возможно ли это; но я думаю, что это так, раз я вижу, что выражения (2) и (4) в чем то подобны. Если я смогу избавиться от R , то мне останется S и Q , а если у меня будет S и Q , я могу в некоторых случаях — выражение (3) — избавиться от S и прийти к концу с Q . А если я приду к концу с Q , то, может быть, и Q можно выкинуть; так что все идет как надо. Я не знаю, это кажется слишком хорошо, чтобы быть правдой, но я думаю, что я уже понял все.

На этой стадии испытуемый уже создал четырехзвенный план, который приведет его, если он станет его осуществлять, к двум сложным подзадачам (другие две подзадачи тривиальны, так как они решаются просто путем перевода абстрактных выражений в первоначальные). Одна из подзадач содержит три звена, другая — два. Таким образом, первоначальный семизвездный лабиринт испытуемый заменил четырехзвездным, трехзвездным и двухзвездным лабиринтами. Чтобы закончить с примером, рассмотрим, как испытуемый решает первую подпроблему — освобождение от R в выражениях (2) и (4).

Испытуемый: (Непосредственно вслед за приведенным выше отрывком.) Выражения (2) и (4) — мы должны что-то сделать с ними. Если я переставлю символы в выражении (4) — применю правило 2 к нему, — я буду иметь ($S \supset \neg P$). Отлично. Применяю правило 2 к выражению (4).

Экспериментатор: Это дает (пишет) $S \supset \neg P$.

Испытуемый: Теперь применю правило 12 к выражениям (2) и (4) — (2) и (5).

Экспериментатор: Это дает (пишет) (6) $S \supset \neg Q$.

Испытуемый: Хорошо. Я избавился от R , теперь...

Мы видели, что при выводении плана были использованы лишь правила 9, 11 и 12. Все они — существенные правила. Правила 2 и 6, оба несущественные, используются при решении подзадач.

Мы можем оценить, к какому сокращению в размере лабиринта, подлежащего обследованию, приводит эвристика планирования. Число альтернативных операций на каждой ступени примерно порядка 10. (Поскольку мы различаем существенные и несущественные операции, оно может быть меньше, когда используется эвристика планирования, чем в том случае, когда задача решается без плана, но мы не будем учитывать этот дополнительный источник эффективности эвристики планирования.) Если t равно 10, то среднее число путей, подлежащих обследованию без планирования, равно $\frac{1}{2} \cdot 10^7 = 5\,000\,000$. При планировании число путей равно $\frac{1}{2} \cdot 10^4 + \frac{1}{2} \cdot 10^3 + \dots + \frac{1}{2} \cdot 10^2 = 5,550$. Число проб, необходимых в первом случае, больше в 900 раз.

Конечно, эти отношения предполагают, что не используется никакой иной эвристический метод выбора. Если эвристика планирования накладывается, например, на функциональный анализ эвристик, то последний сократит t в меньшей степени, следовательно, число проб при планировании будет отличаться в меньшей степени от числа проб без планирования. Предположим, что функциональный анализ сократит t до 4. Число проб без планирования составит $\frac{1}{2} \cdot 4^7 = 8192$ альтернативы, поиск при планировании потребует $\frac{1}{2} \cdot 4^4 + \frac{1}{2} \cdot 4^3 + \frac{1}{2} \cdot 4^2 = 168$. Отношение экономии в данном случае лишь 49:1.

Испытуемый, понятно, доволен своей эвристической деятельностью. Его комментарии при решении задачи были следующими: «Видите, у меня появилась способность к инсайту». Так как его протокол содержит и другие примеры эвристик, помимо уже разобранных, то значение t для него было, вероятно, равно 2, а общее число путей, которые он исследовал, было, вероятно, меньше 12. Комбинация эвристических приемов, которые он использовал, позволила ему сократить примерно в 500000 раз число проб, которое потребовалось бы при слепых пробах и ошибках. Эта грубая статистика дает нам яркую картину необходимости «ага-решений», сопровождающих инсайт — усмотрение структуры задачи (что мы расцениваем как «приобретение дополнительной эвристики»).

РЕЗЮМЕ: ПРИРОДА ЭВРИСТИК

В этом разделе мы видели, что успех лица, решающего задачу, которое сталкивается со сложной проблемой, основан прежде всего на его способности правильно выбирать для обследования небольшую часть общего проблемного лабиринта. Процессы, которые осуществляют этот выбор, мы обозначаем как эвристики. Мы видели, что большинство эвристик основано на стратегии, при которой последующий поиск изменяется как функция информации, полученной в предыдущем поиске; и мы рассмотрели несколько наиболее значительных и эффективных типов эвристик, с которыми мы столкнулись в своих попытках имитировать процессы решения задачи человеком.

Среди рассмотренных нами эвристик были: действия, осуществляемые в направлении от решения к началу, эвристики выбора, функциональные эвристики или анализ отношения средств к цели и планирование. Мы придали операциональный смысл этим терминам путем выделения реальных процессов, которые осуществляли бы «логико-теоретик» или машина, играющая в шахматы. Мы обращались к протоколам испытуемых для подтверждения положения о том, что эти процессы действительно имеют место в поведении человека при решении задачи. Мы разработали также количественные приемы оценки сокращения поисковых действий, вызванных избирательностью этих эвристик, и использовали эти оценки для определения способности людей (и машин, имитирующих их, путем использования тех же самых процессов) решать конкретные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. De Groot A. D., *Het Denken van den Schaker* (Amsterdam, Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, 1946), *Thinking in Chess* (Rijswijk Z. H., Mouton & Co.).
2. Dineen G. P., Programming Pattern Recognition, «Proc. Western Joint Computer Conf., Institute of Radio Engineers» (1955), p. 94—100.
3. Dunker K., On Problem-Solving, «Psychol. Monogr.», 58, 270 (1945).
4. Johnson D.M., *The Psychology of Thought and Judgment*, New York, Harper, 1955.

5. Moore O.K., Anderson S., Search Behavior and Problem Solving, «Amer. Sociol. Rev.», 19 (1954), 702—714.
6. Newell A., Shaw J. C., Programming the Logic Theory Machine, «Proc. Western Joint Computer Conf., Institute of Radio Engineers» (1957).
7. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., Empirical Explorations of the Logic Theory Machine: A Case Study in Heuristic, «Proc. Western Joint Computer Conf., Institute of Radio Engineers» (February 1957).
8. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., Elements of a Theory of Human Problem Solving, «Psychol. Rev.», 65 (1958a), 151—166.
9. Newell A., Shaw J. C., Simon H.A., Chess-playing Programs and the Problem of Complexity, «J. Res. and Development (IBM)», 2, (1958b), 320—335.
10. Newell A., Simon H.A., The Logic Theory Machine, IRE Transactions on Information Theory, vol. IT-2 № 3 (September 1956).
11. Patrick C, Creative Thought in Poets, «Arch. Psychol.», 178, (1935).
12. Patrick C, Creative Thought in Artists, «J. Psychol.», 4, (1937), 35—73.
13. Polya G., Mathematics and Plausible Reasoning, Princeton, N. Y., Princeton University Press, 1954.
14. Polya G., How to Solve It, New York, Doubleday, 1957.
15. Seifridge O. G., Pattern Recognition and Modern Computers, «Proc. Western Joint Computer Conf., Institute of Radio Engineers» (1955), 91—93.
16. Wallas G., The Art of Thought, New York, Harcourt, 1926.
17. Whitehead A. H., Russell B., Principia Mathematica, Cambridge , England, University Press, 1925—1927.

СОДЕРЖАНИЕ

A. M. Матюшкин. Некоторые проблемы психологии мышления

Экспериментальное исследование психологии творческого мышления

<i>K. Дункер.</i> Качественное (экспериментальное и теоретическое) исследование продуктивного мышления (перевод А.И. Назарова)	21
<i>K. Дункер.</i> Психология продуктивного (творческого) мышления	86
Часть I. Структура и динамика процессов решения задач (перевод П.А. Шеварева)	86
Глава I. О процессах решения практических проблем (I)	86
Глава II. О процессах решения практических проблем (II)	113
Глава III. О процессах решения математических задач	133
Часть II. Обучение и простые решения (перевод А.И. Назарова)	157
Глава IV. Общий инсайт или обнаружение	157
Глава V. Научение и частичный инсайт.....	174
Глава VI. Решения посредством резонанса	186
Часть III. Фиксированность мыслимого содержания (перевод А.И. Назарова)	199
Глава VII. О функциональной фиксированности реальных объектов, выполняющих роль средств решения.....	199
Глава VIII. О функциональной фиксированности элементов решения математических задач. (Дополнение к проблеме математических способностей.)	221
<i>K. Дункер и И. Кречевский.</i> О процессе решения задач (перевод А.И. Назарова)	235

Прошлый опыт, мышление и методы обучения

<i>H. Майер.</i> Мышление человека (перевод А.И. Назарова)	245
<i>H. Майер.</i> Об одном аспекте мышления человека (перевод А.И. Назарова).....	300
<i>G. Уивер и Е. Мадден.</i> О «направленности» при решении задач (перевод А.И. Назарова)	314
<i>D. Рейд.</i> Экспериментальное исследование «анализа цели» при решении задач (перевод А.И. Назарова)	329
<i>L. Секей.</i> Знание и мышление (перевод Ф.А. Ипполитова)	343
<i>L. Секей.</i> Продуктивные процессы в обучении и мышлении (перевод Ф.А. Ипполитова).....	366
<i>L. Секей.</i> К проблеме доступности решения задач и магическое тестирование (перевод А.И. Назарова).....	387

Некоторые вопросы мотивации и направленность мышления

<i>I. Мальтцман.</i> Мотивация и направленность мышления (перевод Э.А. Голубевой).....	397
<i>Э. Хиггард.</i> Сравнение импульсивного и реалистического мышления. Исследование различий между первичными и вторичными процессами в мышлении (перевод Э.А. Голубевой)	415

Возможности факторного анализа интеллекта и имитация

мышления с помощью электронных вычислительных устройств	
<i>Дж. Гилфорд.</i> Три стороны интеллекта (перевод Э.А. Голубевой)	433
<i>A. Ньюэлл и Г.А. Саймон.</i> Имитация мышления человека с помощью электронно-вычислительной машины (перевод М.И. Бобневой)	457
<i>Г.А. Гелернгер и Н. Рочестер.</i> Интеллектуальное поведение машин, решающих задачи (перевод М.И. Бобневой)	475
<i>A. Ньюэлл, Дж. С. Шоу и Г.А. Саймон.</i> Процессы творческого мышления (перевод М.И. Бобневой)	500

ПСИХОЛОГИЯ МЫШЛЕНИЯ

Художник *И. Каледин*

Художественный редактор *Л. Ф. Шканов*
Технический редактор *М. И. Сафонович*

Сдано в производство 14/V 1965 г.

Подписано к печати 31/VIII 1965 г.

Бумага 84Х108¹/₃₂ = 8,4 бум. л.

27,47 печ. л. Уч.-изд. л. 29,29. Изд. № 9/4621

Цена 1 р. 26 к. Зак. 272

(Темплан 1965 г. Пор. № 395)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОГРЕСС»

Москва, Зубовский бульвар, 21

Московская типография № 20

Главполиграфпрома Государственного
комитета Совета Министров СССР

по печати

Москва, 1-й Рижский пер., 2